

REVISTA  
DEL JARDÍN  
BOTÁNICO  
CHAGUAL

Año IV, número 4  
Diciembre 2006

04

# chagual



chagual

JARDÍN BOTÁNICO  
DE SANTIAGO



# chagual

REVISTA DEL JARDÍN BOTÁNICO CHAGUAL

Año IV, número 4  
Diciembre de 2006

## Directora

Antonia Echenique Celis

## Editores

María Victoria Legassa y Andrés Moreira Muñoz

## Edición de estilo

Rodrigo Villa González

## Diseño y diagramación

Gabriel Valdés Echenique

## Impresión

Andros Impresores

Santa Elena 1955, Santiago, Chile

Precio de suscripción: \$ 4.500 más costo de envío

Precio compra directa: \$ 5.000

Se ofrece y acepta canje de publicaciones análogas

Exchange with similar publications is desired

Échange souhaité avec publications similaires

Si desidera il cambio con pubblicazione congeneri

© Corporación Jardín Botánico Chagual

ISSN: 0718-0276

Inscripción N° 136.662

Comodoro Arturo Merino Benítez 3020, Vitacura,  
Santiago, Chile.

La reproducción parcial o total de esta revista debe  
ser autorizada por los editores.

mvlegassa@gmail.com

amoreira@geographie.uni-erlangen.de

www.chagual.cl



### Foto portada:

*Senecio crithmoides*  
(Patricia García).

### Foto portada trasera:

Detalle de *Senecio zoellneri*  
(Hermann Niemeyer).

### Erratum revista N° 3

En el artículo de Helmut Walter, pp. 66, dice:

*ERIOSYCE NAPINA SSP. TENEBRICA*

A continuación debió insertarse el siguiente recuadro:

*Eriosyce napina* ssp. *tenebrica* (Ritter) Ferryman, Cactaceae Systematics Initiatives 16: 11, 2003.  
Basionimo: *Thelocephala tenebrica* Ritter, Kakt. Sudam. Bd. 3: 1001, 1980.  
Sinónimos: *Eriosyce tenebrica* (Ritter) Kattermann, Succ. Pl. Res. 1: 99, 1994.  
*Thelocephala fankhauseri* Ritter, Kakt. Sudam. Bd. 3: 1002, 1980.  
*Neoporteria napina* var. *fankhauseri* Hoffmann, Cactáceas en la flora silvestre de Chile: 224, 1989.

REVISTA  
DEL JARDÍN  
BOTÁNICO  
CHAGUAL

Año IV, número 4  
Diciembre 2006

04

chagual



JARDÍN BOTÁNICO  
DE SANTIAGO

## Contenidos

EDITORIAL / <i>Antonia Echenique</i>	3
INTERNACIONAL La creación de un sentido de lugar: el nuevo Jardín Australiano de Melbourne, Australia / <i>Philip Moors</i>	5
BIOGEOGRAFÍA Posición filogenética y distribución de los géneros de Compuestas chilenas, con algunas notas biogeográficas / <i>Andrés Moreira-Muñoz</i>	12
FLORA EXÓTICA Compuestas naturalizadas en Chile: importancia de la flora exótica como agente del cambio biótico / <i>Sergio A. Castro &amp; Mélica Muñoz-Schick</i>	29
GÉNEROS CHILENOS El género <i>Senecio</i> (Asteraceae): el más diverso de Chile / <i>Sebastián Teillier &amp; Alicia Marticorena</i>	39
CONSERVACIÓN Notas acerca del estado de conservación de las Compuestas chilenas / <i>Mélica Muñoz-Schick, María Teresa Serra &amp; Patricio Plissock</i>	49
ECOLOGÍA Interacción entre aves y flores en Chile Central y el archipiélago Juan Fernández / <i>Juan Carlos Torres</i>	55
BIOCLIMATOLOGÍA Los límites del clima mediterráneo en Chile / <i>Federico Luebert &amp; Patricio Plissock</i>	64
GALERÍA BOTÁNICA Carlos Reiche y Ángel L. Cabrera: notables botánicos que contribuyeron al conocimiento de la familia Compuestas en Chile / <i>Mélica Muñoz-Schick</i>	70
PROPAGACIÓN Estudios de propagación de geófitas chilenas / <i>Flavia Schiappacasse, Patricio Peñailillo, Mark Bridgen &amp; Paola Yáñez</i>	73
CONGRESOS, SEMINARIOS Y TALLERES • Sustentabilidad, actuemos de acuerdo a lo que predicamos Conferencia Anual de la Asociación Americana de Jardines Públicos, San Francisco, California, 26 de junio - 1 de julio, 2006 / <i>Estela Cardeza</i> • 2ª Reunión Mundial de la International Compositae Alliance (TICA), Barcelona, 7- 9 de julio 2006 / <i>Alfonso Susanna de la Serna</i>	79 81
LIBROS Recomendados por Revista Chagual	83
ACTIVIDADES DEL PROYECTO Noticias vinculadas al Jardín Botánico Chagual	84



## Editorial

El año 2006 ha sido el año de las relaciones internacionales entre el Jardín Botánico Chagual y los países que están apoyando el desarrollo del proyecto. Es así como al iniciarse el año contamos con la visita del Director del Royal Botanic Garden de Melbourne, Phil Moors, quien asumió el liderazgo de la conducción de la colaboración australiana-chilena en este ámbito. Durante la primavera se recibió la visita de Rodger y Gwen Elliot, horticultores especializados en flora nativa australiana, para conocer más de cerca el proyecto y específicamente el área destinada a los jardines del *Mallee* y *Kwongan* australianos.

Posteriormente, gracias al apoyo de la Embajada de Sudáfrica, específicamente del Embajador Viktor Zazeraj, tuvimos el privilegio de recibir por una semana a Ernst van Jaarsveld, curador del conservatorio de uno de los más importantes jardines botánicos de la zona de clima mediterráneo de ese país, el Jardín Botánico de Kirstenbosch, de Ciudad del Cabo.

La presencia de estos expertos en el país ha permitido que el proyecto chileno y sus características físicas y necesidades se conozcan en el extranjero. El Jardín Botánico Chagual se incorpora así a la dinámica internacional de los jardines botánicos, como también, en este contexto, se va difundiendo el conocimiento de las especies chilenas, su endemismo y su estado de conservación.

En lo que atañe al proyecto, permitió que se determinaran las especies de los ecosistemas homoclimáticos que efectivamente es posible representar. Producto de ello se inició el proceso de importación de las semillas de estas especies nativas. No obstante, ya que para la gran mayoría de ellas no existen requisitos de ingreso, reunir los antecedentes necesarios para hacerlo ha requerido de mayor cantidad de trabajo y tiempo del esperado para su internación.

Otro hito importante durante el año 2006, fue la invitación para asistir en San Francisco, California, a la Reunión Anual de Jardines Botánicos Norteamericanos, ABGA en su sigla en inglés, al equipo del Jardín Botánico Chagual conformado por la Directora Ejecutiva, la Coordinadora de Relaciones Internacionales, Estela Cardeza y Sebastián Teillier, botánico-taxónomo que colabora en el proyecto. La asistencia a este evento fue muy enriquecedora en tanto se conoció la problemática actual de los jardines botánicos norteamericanos como de otros países, y además, la gran oportunidad de establecer relaciones personales con profesionales y directivos de jardines botánicos californianos tales como Berkeley BG, San Francisco BG, Santa Bárbara BG, Rancho Santa Ana BG y Huntington Library BG, todos los cuales quedaron entusiasmados por la posibilidad de colaborar en el proyecto chileno.

En otro ámbito, cabe destacar entre los avances del desarrollo de la infraestructura del proyecto -y motivo de orgullo- la construcción e instalación de un laboratorio de análisis de semillas del JBCh. Ello permitirá realizar investigación en propagación de especies que formarán parte de las colecciones, especialmente aquellas que se encuentran en categorías de conservación. Así mismo, da lugar a la puesta en práctica del Convenio de Colaboración Mutua recientemente firmado con la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Chile, presidida por el decano Javier González, y el profesor Ángel Cabello se incorpora al equipo de trabajo del laboratorio en calidad de asesor.

En lo que dice a difusión, se ha continuado patrocinando la publicación de la colección “Flora Nativa de valor ornamental, Identificación y Propagación, Rutas y Senderos” de Paulina Riedemann y Gustavo Aldunate. El recientemente aparecido sobre la zona norte, incorpora a Sebastián Teillier como tercer autor.

Finalmente, es importante agregar que con el cambio de Gobierno el Jardín Botánico Chagual ha continuado insistiendo en la necesidad de vincular este proyecto a los esfuerzos y objetivos que se realizan en materia de conservación de áreas silvestres y desarrollo de áreas verdes desde el Estado. No está de más destacar que la Presidenta de la República, siendo candidata, asumió el compromiso frente a las principales organizaciones ecologistas y medioambientales del país en el recinto del Jardín Botánico, de la política medioambiental de su programa de gobierno.

En esta edición, correspondiente a la cuarta entrega de la revista del Jardín Botánico Chagual, damos a conocer una serie de artículos dedicados a las Compuestas (Asteraceae), una de las familias más diversas de la flora mundial y de Chile. Destacamos un sugerente trabajo que aborda varios aspectos de la biogeografía de las Compuestas chilenas, así como uno sobre las Compuestas naturalizadas en Chile, las que se utilizan como referencia para analizar la problemática que implica la naturalización de la flora exótica y las invasiones biológicas para la flora local. Un tercer artículo aborda el tema del estado de conservación de las Compuestas chilenas y proporciona información sobre algunas especies analizadas en detalle y sometidas al Comité de Clasificación 2006.

En la sección *Galería Botánica* se destaca la labor de Carlos Reiche y Ángel Lulio Cabrera en el estudio de las Compuestas de Chile, enfatizando la magnitud del aporte realizado por estos dos grandes botánicos al conocimiento de nuestra flora.

Cierra este número especial dedicado a las Compuestas un artículo sobre el género *Senecio*, uno de los más diversos, con unas 1500 especies en el mundo, que muestra a la vez altos niveles de endemismo y diversidad de formas de crecimiento.

Abordando otros temas no menos atractivos, tres trabajos se centran en la zona de clima mediterráneo de Chile; uno en el que se revisan las propuestas sobre sus límites y que busca proporcionar un marco de referencia para identificar los ecosistemas que se encuentran bajo su influencia; uno sobre las interacciones entre aves y plantas en ambientes mediterráneos (más Juan Fernández); y un tercero en el que se comunican resultados sobre estudios de propagación de algunas llamativas geófitas que crecen en esta misma zona.

En la sección internacional, el nuevo Jardín Australiano de Melbourne nos transporta al asombroso mundo natural de Australia y al intento de recrearlo mediante un audaz diseño paisajístico. Por último, un reporte sobre la Conferencia de la Asociación Americana de Jardines Públicos que se llevó a cabo en San Francisco California y, acorde con el énfasis de este número, una reseña de la tercera reunión mundial de la *International Compositae Alliance* (TICA), celebrada en julio en la ciudad de Barcelona.

Por sus colaboraciones, agradecemos a todos los autores y a nuestros lectores, quienes son cada día más.

Antonia Echenique Celis  
Directora Ejecutiva  
Jardín Botánico Chagual

## La creación de un sentido de lugar: el nuevo Jardín Australiano de Melbourne, Australia

Philip Moors  
Director, Royal Botanic Gardens Melbourne  
Birdwood Avenue, South Yarra, Victoria 3141, Australia  
Philip.Moors@rbg.vic.gov.au

El Jardín Australiano, inaugurado en Melbourne en Mayo de 2006, evoca los paisajes del continente australiano y destaca la belleza y diversidad de su vegetación. Muestra solamente especies nativas en una serie impresionante de paisajes y jardines de exhibición. Su atractivo para los visitantes es más que una experiencia estética: un tema central en el diseño del Jardín es la exploración y el testimonio de la relación entre los australianos y la naturaleza de sus paisajes y flora. Al crear este ‘sentido de lugar’ australiano, el Jardín ofrece a los visitantes una mayor comprensión del medio ambiente de Australia y de la influencia de las plantas y los paisajes en las culturas indígena y europea del continente, y les motiva para que utilicen en mayor medida plantas autóctonas en los jardines de sus casas.

Imagine la colorida floración de plantas silvestres a través del rojo centro de Australia. Rememore una lluvia que rebalsa un lecho de río seco precipitándose en un rápido torrente. Escuche el agua gorgoteando a los pies de arrecifes de arena. Observe los rayos de sol escurriéndose a través de las hojas de los árboles gomíferos.

Estas experiencias son el corazón mismo de un paseo a través del Jardín Australiano recientemente inaugurado en Melbourne, Australia. Este lugar forma parte de los Jardines Botánicos Reales de Melbourne y ha sido el jardín público nuevo más significativo de Victoria, una de las provincias de Australia, en más de un siglo. El Jardín Australiano es un lugar único que revela la asombrosa belleza y diversidad de la vegetación de este país. Los audaces paisajes, la incorporación de obras de arte y cerca de 100.000 plantas,

permiten que los visitantes exploren la tierra, la flora, la cultura y las historia de Australia.

Las primeras once hectáreas del Jardín Australiano se inauguraron en mayo de 2006. Esta etapa incluye caracterizaciones distintivas de paisajes espectaculares tales como el Jardín de Arena Roja, el Camino de Agua a la Piscina de Rocas, la escultura La Pared Escarpada, el Camino de Eucaliptos y los Jardines de Exhibición. Estas caracterizaciones se complementan con un Centro del Visitante (Figura 1) que incorpora información y servicios educativos, un café y una tienda.

Se ha programado comenzar en 2007 con las obras de la segunda y última etapa del Jardín, que cubre otras once hectáreas, cuyo diseño y construcción tomarán cerca de tres años. Esta sección incluirá caracterizaciones adicionales de paisajes de envergadura tales como un lago, más jardines de exhibición, obras de arte y espacio para eventos, como también una ampliación de las instalaciones educativas y para visitantes.

El Jardín Australiano fue diseñado por el destacado arquitecto paisajista de Australia, Taylor Cullity Lethlean, junto con el diseñador de jardines Paul Thompson. En 1997 el diseño ganó el Premio de Excelencia en Paisajes y el Premio Plan Regulador de Paisajes otorgados por el Instituto Australiano de Arquitectos Paisajistas (Capítulos de Victoria y Tasmania). También triunfó en los premios nacionales de 1998 otorgados por el mismo Instituto, al ganar el Premio Nacional Plan Regulador de Paisajes. Los jueces del premio nacional comentaron: “El diseño de este



Figura 1. En el Jardín Australiano, la vista del Centro del Visitante domina el Jardín de Arena Roja y la fuente del Camino de Agua a la Piscina de Rocas, que está enmarcada por una gigante *Gynerospora Lily Doryanthes excelsa*. El edificio incorpora elementos de un diseño ambientalmente sustentable, entre los que se incluyen la recolección y reutilización de agua de lluvia, el uso de maderas recicladas y cultivadas en plantación y depósitos de rocas subterráneas para proporcionar espacios frescos en el verano.

nuevo jardín botánico desafía los preconceptos de lo que debe ser un jardín botánico, elevando la noción de presentaciones florales a exhibiciones de ecosistemas completos, con sistemas de suelo y agua subyacentes que manifiestan y promueven una mayor exploración”.

### LA VISIÓN DEL DISEÑO PARA EL JARDÍN AUSTRALIANO

La comunidad australiana se interesa profundamente en lo que significa ser australiano, lo que Australia representa para su gente y cómo enfrentar de la mejor manera los desafíos nacionales que tiene por delante. De esta manera los australianos buscan comprender su ‘sentido de lugar’.

El Jardín Australiano se propone revelar aspectos de ese sentido de lugar que surge de la relación de la comunidad con el ambiente y su impacto en la vida diaria de sus habitantes. Por medio de paisajes, jardines y labores artísticas, el Jardín Australiano ofrece una mayor comprensión del asombroso mundo natural de Australia y del rol que han jugado las plantas del continente isleño

en el desarrollo de la identidad australiana. Al buscar este propósito, el Jardín Australiano difiere distintivamente de otros jardines botánicos que exhiben plantas australianas.

Al establecer la filosofía del diseño, los Jardines Botánicos Reales de Melbourne indicaron que debía ser “acorde a los tiempos, que reflejara la esencia de Australia, que utilizara su flora de una manera provocativa, que hiciera que la gente se sintiera orgullosa y tal vez pusiera a prueba la forma en que las personas perciben las plantas”. El plan de los diseñadores para un jardín ‘acorde a los tiempos’ se basa en la tensión entre el paisaje natural de Australia y el impulso humano de cambiarlo constantemente. Un sector del jardín refleja el mundo natural, con bosques, jardines de arena, cerros cubiertos de árboles, precipicios y tierras pantanosas. El otro es bastante más diseñado, con influencia humana evidente en una serie de jardines de exhibición orientados a inspirar e informar a los aficionados a la jardinería. Ambos sectores están unidos al centro por un metafórico ‘viaje de agua’: comienza con su ausencia en un lecho de río seco del interior, sigue hasta la primera aparición de agua que fluye de un manantial, llega hasta un agitado arroyo y un río, y finalmente termina con un estuario en el húmedo borde oriental del continente.

El Jardín Australiano se propone ser un lugar de belleza, de entretenimiento y educación que puede ser apreciado desde diversas perspectivas: como un homenaje a la diversidad de la vegetación de Australia, como una exploración acerca de la influencia de las plantas y los paisajes en las culturas indígena y europea, como una fuente de conocimiento sobre el ambiente y su manejo, y como una demostración de prácticas sustentables para la jardinería.

### LA SELECCIÓN DE LAS PLANTAS

El foco central del Jardín Australiano son las plantas nativas: su origen ancestral, su extraordinaria diversidad, su adaptabilidad a una variedad de condiciones ambientales y su utilización en los jardines de las casas de los habitantes de este país. Debido a la conciencia cada vez mayor sobre la importancia de la conservación del agua en Australia, también hay un interés en plantas que requieren menor cantidad de riego. La orientación sobre la selección de plantas para los diseñadores paisajistas les exigió crear un jardín con poco uso de agua, por lo que hay extensas áreas en que las plantas, una vez establecidas, sobrevivirán únicamente gracias a la lluvia.

Los criterios clave para la selección de las plantas para el jardín fueron su longevidad, resistencia, calidad de presentación y su importancia en la historia del cultivo de la flora de Australia, ya sea del pasado o del futuro. El listado de plantas resultante se elaboró en una época de creciente toma de conciencia sobre el problema de las malezas ambientales, no sólo de aquellas importadas del extranjero sino también de plantas provenientes de otras partes de Australia que se transforman en invasoras cuando se cultivan en Melbourne. Para evitar la inclusión de plantas nativas que se convierten en malezas, los botánicos y horticultores de los Jardines Botánicos Reales examinaron la historia de vida y la información ecológica de cada especie incluida en el

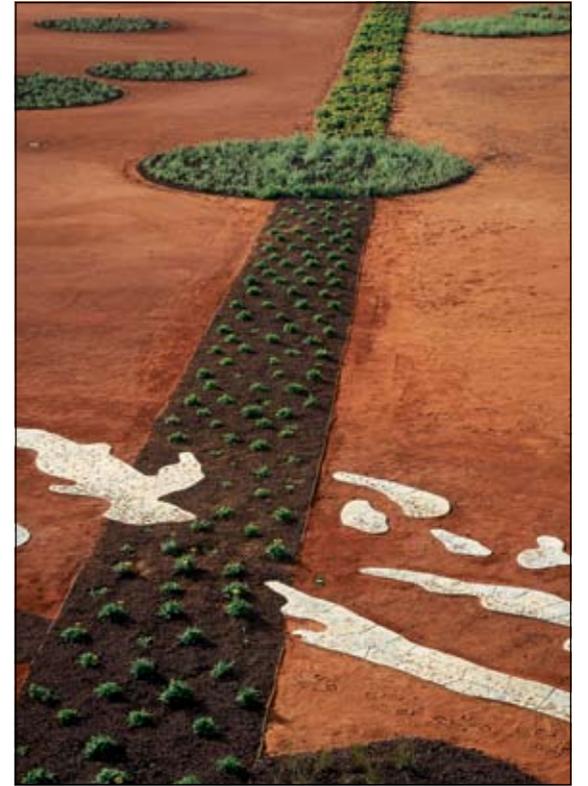


Figura 2.



Figura 3.

Figura 2. El Jardín de Arena Roja transporta a los visitantes al interior árido de Australia. La escultura “El Lago Efímero” simboliza la impredecible presencia del agua en esta área, y la distribución raleada de plantas en el interior del continente es recreada mediante círculos de arbustos de *saltbush Rhagodia spinescens* y una línea de margaritas *Xerochrysum bracteanthus*.

Figura 3. Las 85 biorregiones de Australia y su extraordinaria diversidad de vida vegetal se encuentran simbolizadas por el mismo número de franjas de 1,5 metros de ancho que atraviesan el Jardín de la Diversidad. En cada franja se presenta una muestra de las plantas autóctonas de esa biorregión, complementada por mulch de piedras, rocas trituradas, arena roja e incluso descarte de conchas de mejillones, que visualmente resultan sorprendentes.

listado y eliminaron aquellas plantas con características o rasgos de invasora, lo que llevó a una reducción de la lista inicial en cerca de un 10%.

Se aprobaron unas 1.000 especies para la primera etapa del jardín y se han plantado alrededor de 100.000 plantas individuales, incluidos 2.000 árboles crecidos. La mayoría se propagó en terreno, en el extenso vivero del jardín, utilizando variedades recolectadas en salidas a terreno del personal, o utilizando variedades de otros jardines botánicos, bancos de semillas y viveros especializados. El principal programa de plantío se inició a comienzos de 2004. La plantación tenía que ser precisa y conforme al diseño del jardín. Para lograrlo, se generaron dibujos computacionales que se extendieron sobre el suelo junto con una malla lo que permitió que las plantas se ubicaran en el terreno con gran exactitud, por lo general entre 5 a 10 cm. del diseño original. Se desarrolló un sistema especial mediante el cual el lugar de cada planta se marcaba con una bandera numerada en correspondencia con el número de registro de la planta en la base de datos del vivero. Esto aseguraba la precisión y ayudaba a simplificar el enorme ejercicio de plantación, especialmente considerando que había voluntarios colaborando en ella.

## PRINCIPALES CARACTERIZACIONES DEL JARDÍN AUSTRALIANO

### El Jardín de Arena Roja

El Jardín de Arena Roja es una invitación al asombro de los visitantes al ofrecerles paisajes desérticos de Australia y su flora desde una perspectiva diferente (Figura 2). Se destaca una vibrante arena roja que contrasta con el follaje verde grisáceo de las plantas del interior. Medias lunas, o dunas de arena de formas crecientes, enmarcan el lado oriental del Jardín de Arena Roja, las que son una reminiscencia de los extensos sistemas de dunas ubicados en las tierras áridas del centro de Australia. La sección del sur de este jardín se combina con una representación artística de ambientes fluviales de llanuras. Se presenta la escultura El Lago Efímero, una obra de arte en cerámica que explora las relaciones entre el agua y el paisaje australiano.

### El Lecho de Río Seco

El diseño del Lecho de Río Seco se relaciona con la naturaleza efímera del agua en el paisaje australiano —a veces presente, a menudo ausente— y con la fuerza del agua al precipitarse y horadar la tierra formando lechos de ríos. Los

paisajes del centro de Australia se caracterizan por grandes sistemas fluviales que en ocasiones corren por debajo de la superficie como parte del suministro de aguas subterráneas artesianas. En la superficie, las plantas responden creciendo en los bancos de arena que toman formas curvilíneas a lo largo del lecho del río, y más abajo, sus raíces buscan la humedad en lo más profundo. Las formas de estos bancos de arena se reflejan en los patrones del Lecho de Río Seco.

### El Jardín Árido

Por primera vez se observan árboles en el paisaje en este jardín, escasos en número, sin embargo representan con exactitud la distribución que tienen hacia el interior. Las exhibiciones de flores de la estación salpican de coloridos manchones este paisaje desértico, como normalmente ocurre después de la lluvia.

### El Camino de Eucaliptos

El Camino de Eucaliptos explora la diversidad de los icónicos árboles gomíferos australianos y las plantas relacionadas, al conducir a los visitantes a través de una serie de salas de bosques separadas por estrechos claros. Estas salas exhiben cinco grupos de eucaliptos y exploran las relaciones de las personas con ellos desde una perspectiva histórica, ambiental, científica, cultural, sensorial y comercial. Las exhibiciones dentro del Camino de Eucaliptos interpretan el rol natural del fuego en el medio ambiente, el papel humano en la denominación y clasificación de los eucaliptos, los usos domésticos y comerciales de los productos del eucalipto y la cambiante relación con el eucalipto retratada en el arte visual en los últimos doscientos años.

### Jardines de Exhibición

Cinco Jardines de Exhibición destacan las maneras en que la gente puede usar las plantas australianas en sus propios jardines. Los diseñadores de los cinco Jardines de Exhibición se seleccionaron como parte de una competencia nacional de diseño. Cada jardín representa una exploración de un tema específico a través del uso de plantas que están a la venta en viveros de plantas australianas.

Los temas de los Jardines de Exhibición son:

- *La diversidad de las plantas de Australia*

Los paisajes australianos son diversos, tanto en apariencia como en variedad de flora, sin embargo, históricamente los australianos europeos han intentado caracterizar la tierra del continente como un espacio más vacío que lleno. Este jardín pretende barrer con ese mito.

El Jardín de la Diversidad, diseñado por Site Office, es un viaje abstracto a través de 85 áreas llamadas biorregiones de Australia (Figura 3).

- *La Conservación del Agua*

El jardín La Conservación del Agua, diseñado por MDG Landscape Architects, transmite la importancia del agua y su relación con la selección y adaptabilidad de las plantas. Este jardín promueve y explica temas de la conservación del agua y su uso inteligente en los jardines de las casas. Senderos y caminos enlazan tres terrazas que muestran diferentes regímenes de riego: la terraza seca, la terraza de uso consciente del agua y la terraza de uso inteligente del agua.

- *El Jardín del Futuro*

El Jardín del Futuro es una exploración de la manipulación de las plantas orientada a lograr efectos comerciales o estéticos particulares (Figura 4). Esto incluye técnicas de horticultura tales como injertos, hibridación, el desarrollo



Figura 4. El Jardín del Futuro explora el desarrollo de cultivos de plantas e híbridos para ser usados en la horticultura y los jardines de las casas. El diseño del Jardín utiliza materiales reciclados, que incluyen llantas de camiones negras granuladas para *mulch* y concreto triturado para las superficies del suelo. Los palos de medición de colores brillantes muestran la altura de las plantas adultas en este Jardín.

de cultivos y, más recientemente, bioingeniería de plantas, todas dirigidas a alterar la producción de la forma natural de la planta. Este jardín ha sido diseñado por Site Office y suscita la toma de conciencia acerca de las implicancias de estas tecnologías, al mismo tiempo que expone una diversidad de plantas australianas disponibles en el comercio que han sido desarrolladas utilizando estas técnicas. También utiliza una gama de nuevos productos reciclados para la superficie del suelo y *mulch*.

- *El Jardín de la Casa*

El Jardín de la Casa enfatiza el potencial de diseño de las plantas australianas al conducir a los visitantes a un viaje a través de los jardines de Australia a lo largo de la historia. El jardín comprende fragmentos de diferentes jardines que cubren una variedad de períodos, estilos y escalas. El diseño de Coomes Landscape Architecture & Urban Design resulta familiar para muchos australianos porque los fragmentos se han adaptado de jardines caracterizados en libros, revistas y programas de televisión australianos. Al sustituir las plantas exóticas de muchos de los jardines establecidos por plantas autóctonas, los diseñadores muestran cómo es posible utilizar plantas nativas para lograr una gran cantidad de resultados estéticos y de horticultura diferentes.

- *El Jardín del Patio de los Niños*

En vez de un típico patio de juegos suburbano con los tradicionales columpios, las barras de escalamiento y otros equipos similares, el Patio de los Niños ha sido diseñado por Mark McWha Pty Ltd como un espacio donde los niños pueden liberar su imaginación en medio de los materiales de las plantas, especialmente la madera de los gomíferos de Río Rojo *Eucalyptus camaldulensis*. Todos los elementos en el Patio de los Niños se derivan de materiales naturales, muchos reciclados o rescatados de operaciones de silvicultura, y su distribución y sus detalles refuerzan este tema orgánico. La caracterización central es el esqueleto, de 15 metros de largo en madera de gomífero rojo, de un *Hortosaurus* imaginario.

## EL ARTE EN EL JARDÍN AUSTRALIANO

### El Lago Efímero

La escultura El Lago Efímero, creada por Mark Stoner y Edwina Kearney, es una de las primeras vistas que observan los visitantes al llegar al Jardín Australiano.



Figura 5. Miles de visitantes vinieron a la inauguración del Jardín Australiano en mayo de 2006. El Camino de Agua a la Piscina de Rocas y la escultura La Pared Escarpada ofrecen un contraste espectacular con el Jardín de Arena Roja, y cuentan con lugares para contemplar y disfrutar el paisaje. En la inauguración, los niños remaban mientras sus padres escuchaban un concierto al aire libre.

Está confeccionada con cientos de láminas de cerámica de bajo relieve, texturadas y satinadas para formar una escultura impresionante y evocadora que cubre unos 60 metros cuadrados. La escultura presenta la historia del agua en el continente árido –a veces presente pero a menudo ausente– y la transición anual de la estación seca a la lluviosa y, nuevamente, de vuelta de la lluviosa a la seca.

#### La Pared Escarpada

La escultura La Pared Escarpada, diseñada por Greg Clark, está inspirada en las extensas y escarpadas tierras de areniscas del interior de Australia, como las que se encuentran en Uluru o King's Canyon. La escultura marca la separación entre el Camino de Agua a la Piscina de Rocas y el Jardín de Arena Roja, evitando simbólicamente que el desierto inunde y envuelva al visitante. La obra de arte tiene casi cien metros de largo, y sus componentes vinculantes están confeccionados en acero oxidado de exquisito colorido. Las cascadas y las charcas del Camino de Agua a la Piscina de Rocas fluyen a lo largo de La Pared Escarpada, socavando su frontis como si una erosión de milenios hubiera carcomido lentamente su parte oculta (Figura 5).

### CONSTRUCCIÓN DEL JARDÍN AUSTRALIANO

La visión de crear un jardín en Melbourne enteramente dedicado a las plantas australianas comenzó a gestarse a fines de 1940. Tomó muchos años encontrar y reservar un sitio adecuado a una distancia razonable de la ciudad y luego asegurar el financiamiento para su diseño y construcción. Finalmente, en 1994 se dispuso de recursos que permitieron dar inicio al proyecto. A comienzos de 1995 se contrató a Taylor Cullity Lethlean quien empezó a trabajar en el diseño del Jardín Australiano en asociación con Paul Thompson, un diseñador paisajista especialista en plantas australianas. Las donaciones del gobierno de Victoria entre 1996 y 2002 permitieron que continuara el trabajo de diseño y luego la construcción, y en 2003 comenzaron las principales obras de construcción.

La primera etapa del Jardín Australiano se inauguró en mayo de 2006 con un costo de 14,5 millones de dólares australianos. La mayor parte de estos fondos fue proporcionada por el gobierno de la provincia de Victoria, pero aproximadamente 5 millones fueron donados por organizaciones corporativas y filantrópicas y donantes particulares.

También se recibió, durante muchos años y de muy variadas formas, una invaluable ayuda de voluntarios, tanto de particulares como de grupos comunitarios tales como los Amigos de los Jardines Botánicos Reales de Cranbourne. Todas estas organizaciones y personas, junto con el dedicado personal de los Jardines Botánicos Reales, pueden ahora gozar contemplando los extraordinarios resultados de sus esfuerzos y observar cómo el Jardín Australiano crece y se consolida en los años venideros. Lo más importante, tienen la satisfacción de saber que han contribuido a la creación de un jardín público que proporcionará inspiración y conocimiento a generaciones de visitantes.

### ACERCA DE LOS JARDINES BOTÁNICOS REALES DE MELBOURNE

En su papel de líderes en la conservación de las plantas en Australia, los Jardines Botánicos Reales de Melbourne llevan a cabo investigación en biodiversidad, programas de conservación para proteger las plantas raras y sus hábitat, e importantes presentaciones de horticultura sobre plantas de todos los lugares del mundo. La obra de conservación del jardín también se apoya en el desarrollo de programas, tanto educativos como para los visitantes, acerca de la importancia de las plantas para la vida.

El Consejo de Jardines Botánicos Reales de Victoria administra dos jardines botánicos, uno en los Jardines Botá-

nicos Reales de Melbourne y otro en los Jardines Botánicos Reales de Cranbourne. El Jardín Australiano está ubicado en un sector del sitio de Cranbourne. El Herbario Nacional de Victoria y el Centro Australiano de Investigación en Ecología Urbana (ARCUE en sus siglas en inglés) también forman parte de los Jardines Botánicos Reales.

El Superintendente colonial de Port Phillip, Charles La Trobe, fundó los Jardines Botánicos Reales de Melbourne en 1846. Hoy día, con 38 hectáreas de herencia en paisajes a dos kilómetros de la ciudad, el sitio exhibe más de 50.000 plantas que representan 12.000 especies de todo el mundo. Los visitantes gozan con las serenas vistas y las exhibiciones de horticultura, y pueden disfrutar de refrigerios en dos cafés, participar en tours guiados o aprender acerca del mundo de las plantas en exhibiciones interpretativas.

El Herbario Nacional de Victoria fue fundado en 1853 en los Jardines de Melbourne. Los científicos botánicos del Herbario están dedicados a desarrollar estudios en taxonomía y sistemática de las plantas, conservación de las plantas e investigación en horticultura. En el Herbario se encuentra la Colección Botánica Estatal de Victoria, un irremplazable recurso botánico de importancia histórica, con más de un millón de especímenes preservados de plantas, hongos y algas provenientes de Australia y de todo el mundo. El Herbario también mantiene una valiosa colección de libros, manuscritos y obras de arte sobre botánica.

En 1970 el Gobierno de Victoria fundó los Jardines Botánicos Reales de Cranbourne. Este sitio, ubicado en los suburbios al sureste de Melbourne, comprende 363 hectáreas que incluyen importantes remanentes regionales de tierras de matorrales y tierras pantanosas. Además del Jardín Australiano, quienes visitan Cranbourne pueden disfrutar de caminatas por extensos senderos donde tienen la posibilidad de observar pájaros y animales nativos, diversas comunidades de plantas, y exhibiciones de coloridas flores silvestres naturales al final del invierno y en la primavera (Figura 6).

ARCUE se estableció en 1998. Desde entonces sus científicos han conducido innovadores estudios acerca de hábitat naturales insertos en áreas urbanas, contribuyendo también al desarrollo de planes de manejo de esos hábitat. Los estudios de investigación de ARCUE incluyen tanto animales como plantas, lo que permite desarrollar conocimientos sobre ecosistemas completos.

En el sitio Web de los Jardines Botánicos Reales ([www.rb.gov.au](http://www.rb.gov.au)) se puede encontrar información detallada acerca de la organización y sus programas.



Figura 6. Los arbustos heathlands florecen al final del invierno y en la primavera, con montones de Heath Tea-Tree *Leptospermum myrsinoides* a través de las ancestrales dunas de arena con vegetación, a menudo con un escaso follaje de *Eucalyptus viminalis*.

Texto traducido del inglés por Eleonora Ramos Vera.

## Posición filogenética y distribución de los géneros de Compuestas chilenas, con algunas notas biogeográficas

Andrés Moreira-Muñoz, geógrafo  
Universidad Erlangen-Nürnberg, Alemania  
amoreira@geographie.uni-erlangen.de

Las Compuestas (Asteraceae Martinov = Compositae Gisecke) constituyen la familia de plantas vasculares con el mayor número de géneros y especies en el mundo. La familia abarca entre 1.600 - 1.700 géneros y 24.000 - 30.000 especies. Se distinguen fácilmente por las flores agrupadas en cabezuelas (capítulos) rodeadas por una o más series de brácteas, así como por los frutos en forma de aquenio generalmente con pappus o vilano persistente (Muñoz Pizarro 1966), (Figura 1). La distribución de las Compuestas alcanza casi todos los ambientes y continentes, excepto Antártica (Funk *et al.* 2005). Las diferencias morfológicas al interior de la familia llevaron tempranamente a la distinción de dos subfamilias, Asteroideae y Cichorioideae (antes Tubuliflorae y Liguliflorae), mientras que la subfamilia Barnadesioideae fue descrita recién en los '90 (Bremer & Jansen 1992). Últimamente, Baldwin *et al.* (2002) y Panero & Funk (2002), sobre la base de análisis morfológicos y moleculares, han propuesto una clasificación radicalmente nueva para las Asteraceae a nivel de subfamilias y tribus. Los autores reconocen 10 subfamilias y 35 tribus (Baldwin *et al.* 2002, Panero & Funk 2002). En contraste con la clasificación en subfamilias, la clasificación tribal de Asteraceae es muy antigua: la mayoría de las tribus data de los trabajos tempranos de Henri Cassini en el siglo XIX. La clasificación genérica ha sufrido muchos vaivenes: desde la época de Carlos Linneo, los géneros han sido descritos, reorganizados y suprimidos constantemente. Más de 10 géneros se describen cada año, y muchos otros son resucitados o reducidos a sinonimia (Bremer 1994). Para la flora chilena podemos mencionar *Xenophyllum* V. A. Funk y *Gynosomia* Bonifacino & Sancho como

géneros descritos recientemente (Funk 1997, Bonifacino & Sancho 2004).

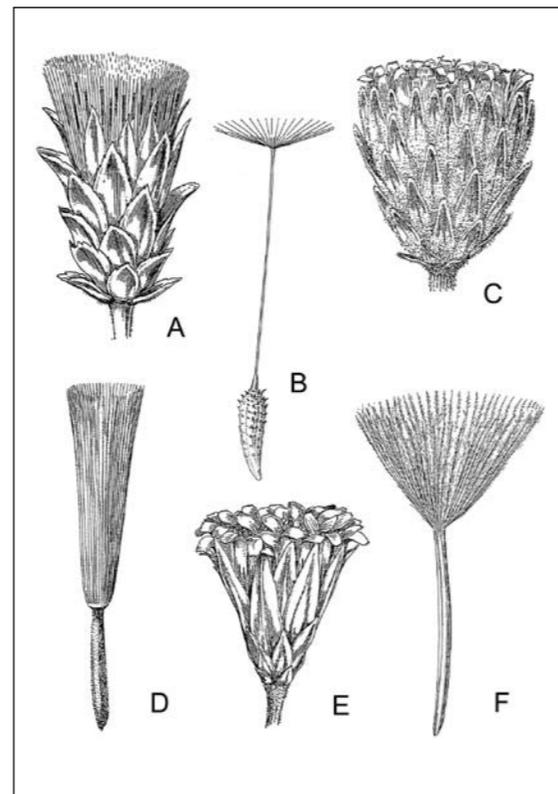


Figura 1. Características morfológicas de las Compuestas. A: capítulo femenino, *Baccharis linearis*; B: aquenio con pappus, *Taraxacum officinale*; C: capítulo, *Hypochaeris incana* var. *leucantha*; D: aquenio con pappus, *Pleocarphus revolutus*; E: capítulo, *Microseris pygmaea*; F: aquenio con pappus, *Hypochaeris incana* var. *leucantha*. Ilustraciones de E. Sierra, en Muñoz Pizarro (1966).

### POSICIÓN TAXONÓMICA DE LOS GÉNEROS CHILENOS

Asteraceae es la familia con el mayor número de géneros (153) en la flora vascular de Chile y con el mayor número

de taxa específicos, 1.033 (Marticorena 1990). Estos datos incluyen taxa introducidos. Tomando en cuenta sólo los taxa nativos, la cantidad de géneros y especies sigue siendo la mayor del país: 121 géneros y ca. 863 especies. Según la propuesta taxonómica de Baldwin *et al.* (2002) y Panero & Funk (2002), los taxa chilenos se clasifican de la forma expuesta en la Tabla 1.

Tabla 1. Posición taxonómica de las Compuestas chilenas según la clasificación de Baldwin *et al.* (2002) y Panero & Funk (2002).

Subfamilia	Tribus chilenas	Total géneros	Total especies	gen/spp.	Géneros Chile	Especies Chile	gen/spp. Chile
Barnadesioideae	Barnadesieae	9	92	10,22	3	9	3,00
Mutisioideae	Mutisieae	75	930	12,40	27	200	7,41
Gochnatioideae	Gochnatieae	6	80	13,33	1	1	1,00
Carduoideae	Cardueae	82	2500	30,49	3	10	3,33
Cichorioideae	Lactuceae	98	1550	15,82	9	59	6,56
Asteroideae	Senecioneae	120	3200	26,67	9	249	27,67
	Gnaphalieae	187	1250	6,68	14	71	5,07
	Astereae	174	2800	16,09	18	190	10,56
	Anthemideae	109	1740	15,96	4	8	2,00
	Plucheeae	28	220	7,86	2	2	1,00
	Helenieae	13	111	8,54	1	7	7,00
	Coreopsioideae	24	505	21,04	3	10	3,33
	Tageteae	34	330	9,71	2	4	2,00
	Bahieae	18	76	4,22	2	3	1,50
	Heliantheae	189	2500	13,23	11	20	1,82
	Madieae + Villanova	39	213	5,46	4	6	1,50
	Perityleae	6	75	12,50	2	2	1,00
	Eupatorieae	170	2400	14,12	6	12	2,00
TOTAL		1381	20572	14,90	121	863	7,13

En Chile se encuentran representadas 18 de las 35 tribus reconocidas actualmente, es decir un 51% de la diversidad global a nivel tribal. La tribu que posee más géneros en la flora de Chile es Mutisieae (27). Le siguen bastante más atrás Astereae (18), Gnaphalieae (14) y Heliantheae (11). En cambio, tribus con baja representación en Chile son Gochnatieae y Helenieae (1 género), así como Plucheeae, Tageteae y Bahieae (2 géneros). Perityleae muestra la presencia de sólo 2 géneros en Chile pero es una tribu modesta de sólo 6 géneros a nivel mundial.

La tribu más rica en especies en Chile es Senecioneae (249) seguida por Mutisieae (200) y Astereae (190). La riqueza específica de Senecioneae está dada en gran medida por el género *Senecio*, el más diverso entre los géneros chilenos (Teillier & Marticorena este número). En cuanto a la relación género/especie, las tribus presentes en Chile muestran en general una relación muy debajo del promedio mundial; sólo en Senecioneae este promedio es superior en Chile, por la presencia ya mencionada de *Senecio*. Esto sugiere una relativa 'pobreza' de la flora chilena de Compuestas con respecto del resto del mundo,

pero con altos valores de endemismo, como veremos a continuación.

### RELACIÓN FILOGENÉTICA

Las relaciones filogenéticas entre los taxa de la familia de las Compuestas distan mucho de estar totalmente comprendidas; éste es un campo de investigación muy activo. Algunas tribus han recibido mayor atención, pero lo más difícil es llegar a una hipótesis general de relaciones al interior de la familia. Recientemente Funk *et al.* (2005) elaboraron un cladograma (*supertree*) a partir de estudios publicados y no publicados para diferentes tribus. A continuación se muestran los cladogramas con representación en Chile extraídos del cladograma de Funk *et al.* (2005), manteniendo la relación filogenética (Figura 2).

En la base del cladograma se encuentran, como grupos externos (*outgroups*), las familias Goodeniaceae

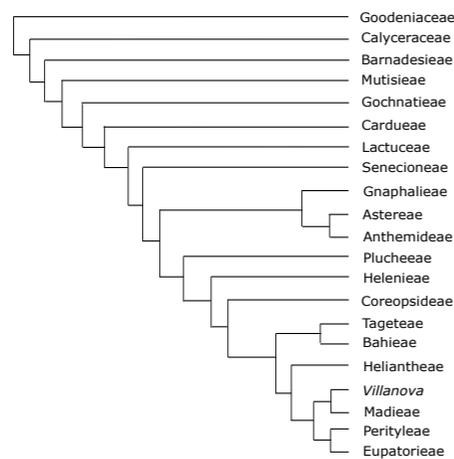


Figura 2. Relación filogenética entre las tribus de Asteraceae de Chile. Extraído de Funk et al. 2005. Ver descripción en el texto.

y Calyceraceae. Goodeniaceae muestra una distribución predominante en Australia, Nueva Zelandia y el Pacífico. Interesante resulta la distribución del género *Selliera*, en Oceanía y Chile. La familia Calyceraceae, con 6 géneros y ca. 52 especies, es enteramente sudamericana, principalmente de los Andes (Figs. 3 y 4).

#### Barnadesieae D. Don

9 géneros y ca. 90 especies. Esta tribu (y subfamilia) se ubica en la base del cladograma como clado hermano del resto de las tribus. Los géneros de Barnadesieae se caracterizan por las espinas en las axilas de las hojas, por la pubescencia en forma de largos pelos en la corola, aquenios y papus, y por la ausencia de una inversión en el ADN cloroplástico, propio del resto de la familia (Jansen & Palmer 1987, Bremer 1994). La tribu tiene una distribución

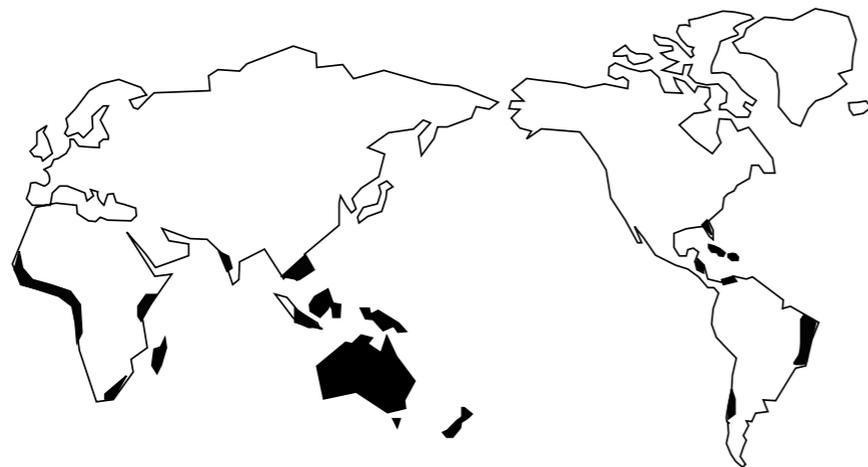


Figura 3. Distribución de la familia Goodeniaceae (según Heywood 1978).

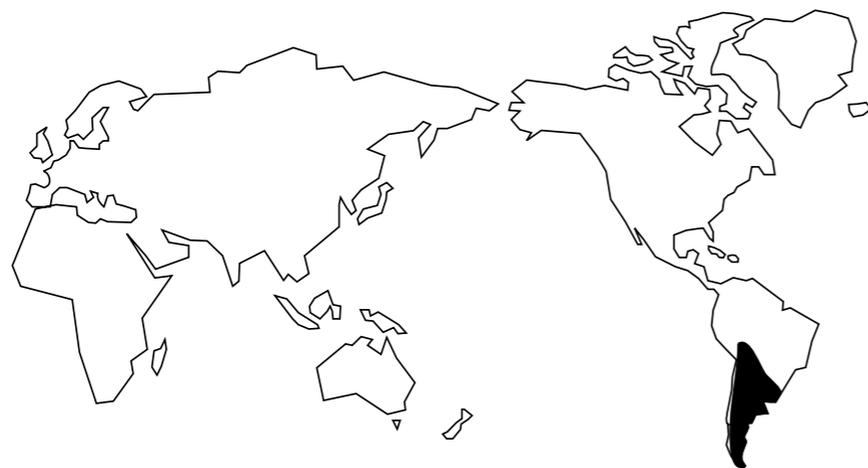


Figura 4. Distribución de la familia Calyceraceae (según Heywood 1978).

exclusivamente americana desde Venezuela hasta Patagonia, incluyendo Brasil oriental pero rodeando la cuenca amazónica (Figura 5). En Chile se conoce la presencia de tres géneros: *Chuquiraga*, *Dasyphyllum* y *Doniophyton*.

#### Mutisieae Cass.

75 géneros y ca. 930 especies (Bremer 1994). Distribución eminentemente sudamericana (andina), pero con algunos representantes en el pantrópico, el sur de EE.UU. hasta Canadá, el Caribe, África del Sur y NE; Madagascar, Asia tropical, Hawaii y un género con una especie (*Tricholine*) en Australia. Los últimos estudios muestran a la tribu como parafilética, de modo que aún se encuentra en revisión. La mayor parte de los géneros de Compositae chilenos pertenecen a esta tribu (27); 10 clasificados en la subtribu Mutisiinae (e.g. *Chaetanthera*, *Mutisia*, *Pachylaena*), y 17 en Nassauviinae (e.g. *Leucheria*, *Nassauvia*, *Perezia*, *Triptilion*). Mutisieae está estrechamente ligada a la evolución temprana de la familia, luego de su separación de Barnadesieae. La tribu contiene géneros antiguos considerados relictos en sus respectivos territorios, como *Stenopadus* (Guayana), *Hesperomannia* (Hawaii), *Wunderlichia* (Brasil), *Brachylaena* y *Oldenburgia* (África). La mayoría de estos géneros posee hábito arbustivo o arbóreo. En Chile algunos de los géneros más ricos en especies pertenecen a Mutisieae: *Leucheria* (43 especies), *Chaetanthera* (37), *Nassauvia* (25), o *Mutisia* (23).

#### Gochnatieae (Benth. & Hook. f.) Panero & V. A. Funk

Recientemente Panero & Funk (2002) separaron varios géneros para formar la tribu Gochnatieae, reconociendo a la vez la subfamilia Gochnatioideae, de cuatro o cinco géneros y ca. 80 especies. Entre ellos se encuentra el género *Gochnatia*, de distribución casi exclusivamente americana, desde el sur de EE.UU. hasta Chile, más dos especies en Asia.

#### Cardueae Cass.

82 géneros y 2.500 especies, principalmente de Eurasia y el norte de África; pocos géneros en África tropical, Norteamérica y Australia, algunas especies de *Centaurea* en Sudamérica. *Centaurodendron* y *Yunquea*, endémicos de las islas de Juan Fernández. Casi todas las especies de Cardueae son herbáceas. La posición de Cardueae entre el complejo arbóreo Mutisieae-Gochnatieae y los demás clados, sugiere que los géneros de Cardueae han evolucionado a partir de ancestros arbóreos (Bremer 1994). Entre los pocos géneros arbóreos se encuentran *Centaurodendron* (2 especies) y *Yunquea* (monoespecífico), de Juan Fernández. Bremer (1994) opina que asumiendo un origen en Sudamérica y

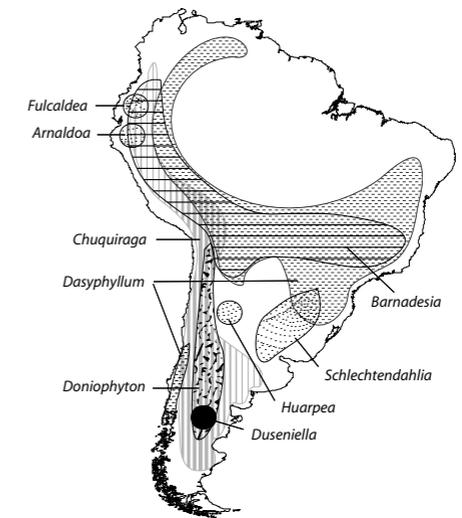


Figura 5. Distribución de los géneros de la tribu Barnadesieae (según Bremer 1994).

del Pacífico para la familia, Cardueae sería el primer grupo que se dispersó hacia el hemisferio norte y Eurasia. En el Mediterráneo y Asia central y oriental, el grupo se ha diversificado en cientos de especies.

#### Lactuceae Cass. (Cichorieae Lam. & DC.)

Es muy probable que en definitiva se favorezca el uso del nombre más antiguo (Cichorieae), (Lee et al. 2003), sin embargo es aún muy frecuente Lactuceae como nombre tribal. La tribu comprende 58 géneros y 1.550 especies, distribuidos principalmente en todo el hemisferio norte. Los géneros nativos en Chile son nueve. La mayoría de los géneros de Lactuceae son herbáceos, con excepciones notables como los géneros arbóreos *Dendroseris* y *Thamnosseris*, de Juan Fernández y San Félix/San Ambrosio. Los géneros más antiguos de la tribu tienen una distribución predominante en la cuenca Mediterránea y Asia central. Los géneros compartidos entre Sudamérica y Norteamérica, como *Microseris*, supuestamente han sufrido una radiación mayor en Norteamérica con posterior dispersión hacia Sudamérica y Australia/Nueva Zelandia (Lee et al. 2003). El reciente descubrimiento de algunas poblaciones de *Microseris* en Perú supuestamente derivan directamente de un ancestro chileno y no serían remanentes de la expansión del rango desde Norteamérica a través de los Andes (Lohwasser et al. 2004). Análogamente, análisis moleculares del género *Hypochoeris* sugieren que las especies más cercanas a las sudamericanas se encuentran en el noroeste de África. Ello hace suponer una dispersión directa África-Sudamérica, sin un paso previo por Europa-Norteamérica, pues las especies euroasiáticas están más alejadas genéticamente de las sudamericanas (Tremetsberger et al. 2005).

### Senecioneae Cass.

Es la tribu más grande a nivel específico, con 138 géneros y ca. 3.200 especies en el mundo. Entre los géneros destaca *Senecio*, uno de los más diversos en el mundo (ca. 1.500 especies). Con ca. 218 especies nativas (Teillier & Marticorena este número) *Senecio* es el género más diverso de la flora vascular de Chile. Otros nueve géneros chilenos pertenecen a Senecioneae, todos ellos con pocas especies en Chile. Entre ellos está *Acrisione* (dos especies), género endémico de Chile. Small (1919) propuso tempranamente a Senecioneae como el grupo basal para la filogenia de la familia, en concordancia con la teoría de Willis (1922) "Age and area", la cual supone que los grupos más diversificados han tenido mayor tiempo para evolucionar y por lo tanto son los más antiguos. El conocimiento actual muestra que esto no es cierto, y que la tribu Senecioneae se encuentra firmemente anidada dentro de la familia. Supuestamente los primeros representantes de Senecioneae fueron hierbas, y el hábito arbóreo y la venación palmada de las hojas surgieron posteriormente; como ejemplo es posible citar el género arbóreo *Robinsonia*, género que ha sufrido una radiación explosiva en Juan Fernández, alcanzando siete especies endémicas del archipiélago (Sanders *et al.* 1987).

Entre los géneros de Senecioneae merece también atención especial *Abrotanella*, debido a su distribución circumastral (Australia, Nueva Zelandia y Sudamérica templada). Swenson *et al.* (1997) y Wagstaff *et al.* (2006) han propuesto un escenario de dispersión de larga distancia, colonización y especiación entre los territorios que ocupa *Abrotanella*. Sin embargo esta propuesta está en conflicto con la visión de Heads (1999); el análisis integrado de los otros géneros que componen la subtribu Blennospermatinae [*Abrotanella*, *Blennosperma* (distribución disyunta en Chile y California), *Crocidium* (W Norteamérica), *Ischnea* (Nueva Guinea)] lleva a Heads (1999) a sugerir la existencia de procesos de vicarianza entre los géneros de Blennospermatinae. La distinción entre las subtribus Senecioninae y Tussilaginatae como grupos hermanos parece mostrar también un patrón vicariante. Tussilaginatae tiene su distribución principal en el hemisferio norte; la mayoría de los géneros son de Asia o América del Norte y Central, con sólo algunas excepciones australes como el género *Acrisione*. Por el contrario, Senecioninae se distribuye principalmente en el hemisferio sur, concentrada en África y Sudamérica. Es probable que este patrón vicariante demuestre una temprana fragmentación alopatrica en la historia de la tribu (Bremer 1994).

### Gnaphalieae Cass. ex Lecoq & Juillet

187 géneros y ca. 1.250 especies, principalmente de Sudáfrica, Australia y Sudamérica. En Chile existen 14 géneros nativos, la mayoría perteneciente a la subtribu Gnaphaliinae, la cual comprende 47 géneros principalmente distribuidos en África, Asia y América. Al menos 14 géneros son eminentemente sudamericanos. Entre los grupos informales establecidos por Anderberg (1991) resalta el 'grupo *Lucilia*', el cual contiene la mayoría de los géneros chilenos. El reanálisis de dicho grupo ha permitido a Dillon clarificar las especies chilenas entre géneros usualmente confundidos, como *Belloa*, *Lucilia* y *Luciliocline* (Dillon 2000, 2003). *Gamochoaeta* es el género de Gnaphalieae más rico (22 especies) en Chile.

### Astereae Cass.

170 géneros y ca. 3.000 especies, abarca una distribución cosmopolita. Es la segunda tribu más rica en especies, luego de Senecioneae. Posee centros de diversidad en el SW de EE.UU., los Andes, Sudáfrica, Australia y Nueva Zelandia. En Chile son 18 los géneros nativos pertenecientes a Astereae. Entre ellos cabe destacar *Haplopappus* (60+ especies) y *Baccharis* (40+ especies), por su riqueza específica, mientras que *Aster* es el género que da el nombre a la tribu, subfamilia y familia. Varios de los géneros de Astereae son exclusivos del sur de Chile y Argentina, como *Chiliotrichum*, *Lepidophyllum* y *Chiliophyllum*. Otros presentan una distribución en Australasia y América, como *Centipeda* y *Lagenophora*.

### Anthemideae Cass.

Clado hermano de Astereae, comprende 109 géneros y 1.740 especies (Bremer 1994), principalmente de distribución en el hemisferio norte, Eurasia y el Mediterráneo. En Chile hay cuatro géneros, tres de ellos pertenecientes a la subtribu Matricariinae, de distribución eminente en el hemisferio sur (*Cotula*, *Leptinella*, *Soliva*). *Leptinella* se distribuye en Nueva Guinea, Australia, Nueva Zelandia, las islas subantárticas, Sudamérica y las islas Falkland.

### Plucheeae Anderb.

28 géneros y 220 especies de distribución pantropical (Bremer 1994). En Chile sólo dos géneros de Plucheeae, *Pluchea* (una especie, *P. chingoyo*, en la costa de Arica), y *Tessaria* (una especie, *T. absinthioides*, desde Iquique hasta Biobío).

En la filogenia se ubican a continuación de Plucheeae básicamente las tribus Helenieae, Heliantheae y Eupatorieae de Karis & Ryding (1994), las cuales han

sido recientemente reclasificadas en 12 nuevas tribus por Baldwin *et al.* (2002), Panero & Funk (2002) y Funk *et al.* (2005). De esta forma, los géneros chilenos anteriormente asignados a Helenieae han sido reclasificados en las tribus Helenieae, Coreopsidae, Tageteae y Bahieae, como se expone a continuación.

### Helenieae Benth. & Hook.

15 géneros, ca. 111 especies, principalmente del sur de EE.UU. y México. Tres géneros en Sudamérica (*Gaillardia*, *Helenium*, *Hymenoxys*). En Chile sólo un género, *Helenium* (subtribu Gaillardiiinae). *Helenium* se distribuye en Norte, Centro y Sudamérica.

### Coreopsidae Lindl.

24 géneros, ca. 505 especies (Funk *et al.* 2005). Distribución cosmopolita. En Chile: *Bidens*, *Coreopsis* y *Heterosperma*.

### Tageteae Cass.

34 géneros, 330 especies. En Chile dos géneros: *Flaveria* y *Tagetes*. *Flaveria* pertenece a la subtribu Flaveriinae, con 28 especies de Norte y Sudamérica, en especial del sur de EE.UU. y México. También existe una especie de *Flaveria* nativa en Australia. *Tagetes* pertenece a la subtribu Pectidinae, con 28 géneros de Norte y Sudamérica, principalmente México.

### Bahieae B. G. Baldwin

18 géneros, ca. 76 especies de distribución casi por completo en el sur de EE.UU. y México. Algunos géneros alcanzan Guatemala y América Central. *Hypericophyllum* (7 spp.) en África tropical. Dos géneros en Norte y Sudamérica: *Schkuhria* desde Norte América hasta Argentina, Perú, Bolivia y Chile; *Bahia* disyunto entre el suroeste de EE.UU., México y Chile.

### Heliantheae Cass.

189 géneros, ca. 2.500 especies de distribución cosmopolita, esencialmente Norte y Sudamérica. En Chile, 11 géneros, la mayoría de ellos pertenecientes a la subtribu Verbesininae: e.g. *Encelia*, *Flourensia*, *Leptocarpha*, *Podanthus*. La subtribu tiene representantes en África, Madagascar, Asia tropical, Hawaii e Islas Galápagos, además de los famosos "frailejones" (*Espeletia*) de los páramos andinos de Ecuador, Colombia y Venezuela. Cronquist (1955) propuso esta tribu como la más primitiva de la familia, pero según el conocimiento actual sería una de las más derivadas (Funk *et al.* 2005).

### Madieae Jeps.

38 géneros, ca. 203 especies, principalmente del hemisferio norte, concentradas en el suroeste de EE.UU. y México. *Arnica* de distribución amplia en Europa y Asia, *Mallotopus* en el NE de Asia. *Argyroxiphium*, *Dubautia* y *Wilkensia* de Hawaii. Sólo *Madia*, *Lasthenia* y *Amblyopappus* en América del Sur, los primeros disyuntos entre el sur de EE.UU./México y Chile/Argentina, y *Amblyopappus* disyunto entre el sur de EE.UU./México y Chile.

Al clado hermano de Madieae se le denomina temporalmente "clado *Villanova*". Comprende dos géneros: *Galeana* (México y Centroamérica) y *Villanova* (Sudamérica), los cuales han sido tratados como miembros de Bahiinae (Stuessy 1977) o Hymenopappinae (Karis & Ryding 1994). Actualmente ambos géneros constituyen un clado inestable en la hipótesis filogenética de Baldwin *et al.* (2002), en espera de mayor estudio.

### Perityleae B. G. Baldwin

Seis géneros, ca. 75 especies. En Chile dos géneros: *Lycapsus* y *Perityle*. *Lycapsus* es endémico de las Islas Desventuradas (San Félix/San Ambrosio) y el único miembro de la subtribu Lycapsinae. *Perityle* pertenece a la subtribu Peritylinae, compuesta de cinco géneros y ca. 75 especies del SW de EE.UU. y México, con escasa representación en Perú y Chile.

### Eupatorieae Cass.

170 géneros, 2.400 especies. Concentración en México y América Central y Sur. Algunos representantes en Norteamérica. Pocos géneros pantropicales (*Adenostemma*, *Mikania*, *Stomatantbes* en África y Sudamérica), muy pocos en Eurasia (sólo una especie de *Eupatorium*, en Asia, Europa y el norte de África). En Chile seis géneros: *Ageratina*, *Aristeguietia*, *Helogyne*, *Mikania*, *Ophryosporus* y *Stevia*.

## DISTRIBUCIÓN LATITUDINAL EN CHILE

Reiche (1905) realizó, con los conocimientos de su época, un acucioso análisis de la distribución de los géneros de Compuestas en Chile. Hoy en día es posible complementar dicho análisis sobre la base de un mejor conocimiento taxonómico y corológico de los taxa. La distribución de los géneros chilenos es muy variable; existen géneros eminentemente nortinos, centrales o sureños, así como géneros ubicuos (que abarcan todo el país) o de distribución muy restringida a un par de grados o localidades

(Figura 6). Varios géneros muestran una distribución discontinua en Chile (e.g. *Artemisia*, *Grindelia*); en la Tabla 2 (anexa) se presentan los límites de distribución (norte y sur) de los géneros y la media de distribución. Los rangos de distribución marcadamente discontinua se representan en la Figura 6 con línea punteada.

Dos géneros de Barnadesieae, *Doniophyton* y *Chuquiraga*, muestran una distribución centro-norte, *Chuquiraga* por los Andes hasta Colombia. *Dasyphyllum* presenta una distribución disyunta entre Chile centro-sur y el margen andino de la cuenca amazónica, incluyendo Brasil oriental y sur (Figura 5). Mutisieae se distribuye en todo Chile; algunos géneros están restringidos al norte de Chile (e.g. *Lophopappus*, *Plazia*, *Urmenetea*), a Chile mediterráneo (e.g. *Brachyclados*, *Leunisia*, *Moscharia*) o Chile austral (*Eriachaenium*). *Perezia* se encuentra en todo el territorio, *Mutisia* abarca desde el límite con Perú hasta los 49° S, mientras que *Leucheria* desde los 22° S hasta el Cabo de Hornos.

Los representantes chilenos tanto de Gochnatieae (*Gochnatia*) como de Cardueae (*Centaurea*) se distribuyen en el centro y centro-norte, exactamente hasta el límite entre el bioclima mediterráneo y el templado, a 37°S (ver límites bioclimáticos en Luebert & Plissock este número). Los representantes de Lactuceae poseen una distribución variada, desde muy restringida (*Picrosia*) a muy amplia (*Hypochoeris*), concentradas en el centro-sur. Senecioneae muestra un patrón similar, con géneros del norte, centro,

sur y algunos distribuidos en todo el territorio nacional, como *Senecio*. Lo mismo para Gnaphalieae, con géneros de distribución muy restringida (e.g. *Lucilia*, *Gamochoetopsis*) y otros en todo Chile (*Gnaphalium*, *Gamochoeta*). La mayor parte de los géneros de Astereae se distribuye en todo Chile (e.g. *Baccharis*, *Conyza*), aunque algunos están restringidos al centro-norte (*Guynesomia*) o a la zona austral (*Lepidophyllum*, *Chiliophyllum*). Anthemideae también se distribuye en todo el territorio nacional. La mayor parte de los representantes de los clados finales del cladograma, desde Plucheeae, Helenieae, Coreopsidae, Tageteae, Bahieae, y gran parte de Heliantheae se distribuyen principalmente en el norte y centro-norte, con sólo algunas distribuciones que superan los 37° al sur. Lo mismo para Perityleae y Eupatorieae, aunque dos géneros de Madieae, *Lasthenia* y *Madia* alcanzan Chile subantártico al sur de 47°.

De los 115 géneros continentales, 35 (30,4%) tienen la media de su distribución en la zona norte, entre 17°50' y 27°S. La mayor parte de los géneros (54), (46,9%) tiene la media de distribución en Chile central (27°-37°S). 21 géneros (18,3%) se localizan en Chile austral entre 37°-47°S, mientras que sólo cinco géneros (*Abrotanella*, *Eriachaenium*, *Leptinella*, *Lepidophyllum* y *Chiliophyllum*) (4,3%), tienen la media de su distribución en la zona subantártica al sur de 47°S (Figura 6). Resulta evidente que Chile central es la zona donde se concentra la riqueza genérica de Compuestas de Chile.

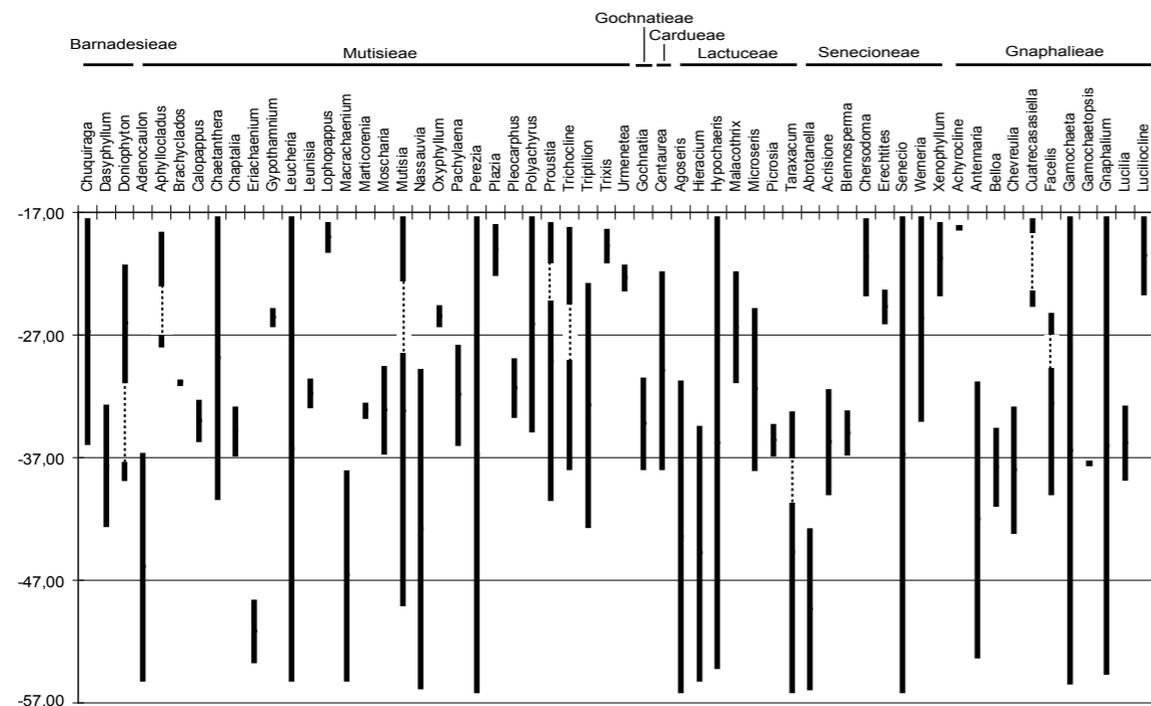


Figura 6. Distribución latitudinal de los géneros de Compuestas de Chile (datos Herbario SGO y monografías). Distribuciones discontinuas representadas con línea punteada. Límites latitudinales en Tabla 2.

Recuadro 1. Las Compuestas endémicas de las islas oceánicas.

Dentro de los géneros endémicos de Chile, seis están restringidos a las islas oceánicas. *Lycapsus* y *Thamnosseris*, ambos monoespecíficos, son exclusivos de las Islas Desventuradas (San Félix y San Ambrosio). *Robinsonia*, *Dendroserris*, *Centaurodendron* y *Yunquea* son endémicos del Archipiélago de Juan Fernández. *Robinsonia* y *Dendroserris* comprenden siete y 11 especies respectivamente, algunas endémicas de Masafuera y la mayoría de Masatierra. *Centaurodendron* (dos especies) y *Yunquea* (una especie) son géneros endémicos de Masatierra. La única especie de *Yunquea* está restringida a la cumbre del cerro El Yunque.



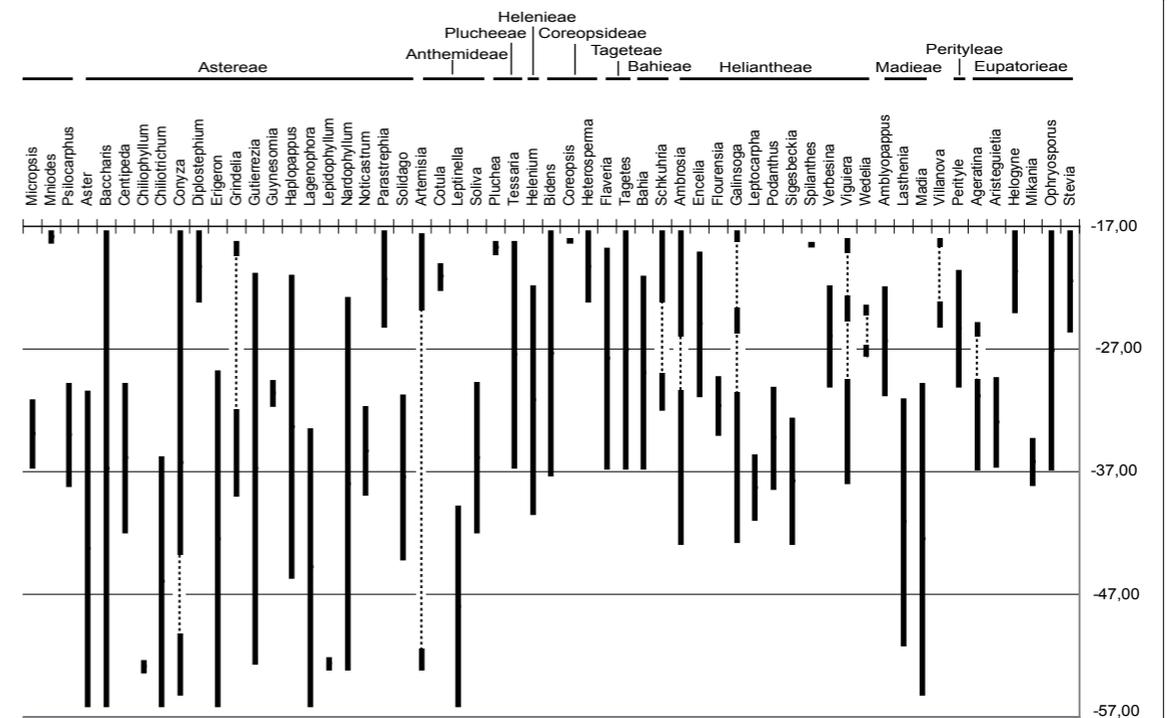
*Dendroserris litoralis*. Foto: Sergio Elórtégui.

El origen de la flora de las islas de Juan Fernández ha sido explicado como el producto de eventos de dispersión de larga distancia, principalmente desde América, el continente más cercano (Ruiz et al. 2004). Sin embargo, la flora de las islas también muestra relaciones fitogeográficas con territorios más alejados, como Oceanía y Hawaii (Skottsberg 1925). Ello ha llevado a varios autores a suponer que: a) en el largo transcurso de la evolución de los géneros, las islas tuvieron contacto con territorios más amplios hoy desaparecidos; b) las islas fueron antiguamente mucho más grandes y los taxa tuvieron a disposición una mayor superficie que favoreció el proceso de especiación; c) ciertos grupos tuvieron un mayor número de especies actualmente extinguidas.

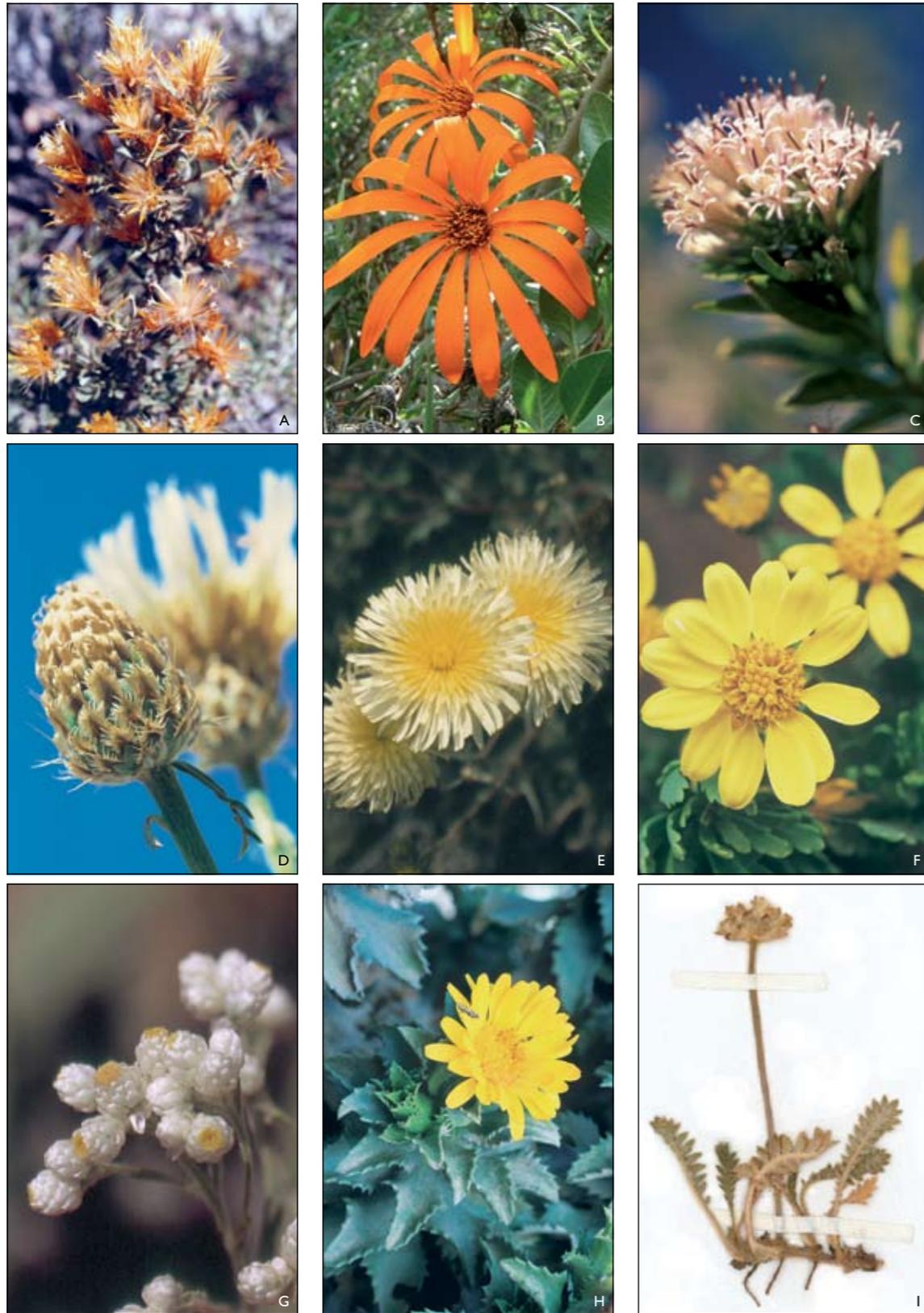
RELACIONES FITOGEOGRÁFICAS

Al analizar la distribución mundial (natural) de cada género, es posible su clasificación en distintos elementos fitogeográficos. La distribución de los 121 géneros ha sido organizada en ocho elementos, representados en la Figura 7 y la Tabla 2. El mayor número de géneros (50), (41%) compone el elemento 'neotropical' (americano), mientras que el elemento 'pantropical' alcanza sólo un 7% (9 géneros de distribución en todos los trópicos: e.g. *Achyrocline*, *Conyza*, *Mikania*). Un 14% de los géneros (17) constituye el elemento 'endémico' de Chile y un 10% comprende el elemento 'austral-templado', es decir, (12) géneros australes, compartidos solamente con Argentina. Los géneros endémicos son en parte restringidos a Chile continental (11) y en parte a las islas oceánicas chilenas (6), (ver Recuadro 1 y Tabla 2). Los géneros endémicos de Chile continental se distribuyen principalmente en Chile mediterráneo, entre 27° y 37° S. De los 11 géneros endémicos de Chile continental, siete pertenecen a Mutisieae (*Calopappus*, *Gypothamnium*, *Leunisia*, *Marticoerenia*, *Moscharia*, *Oxyphyllum*, *Pleocarphus*), dos a Heliantheae (*Leptocarpha* y *Podanthus*), uno a Astereae (*Guynesomia*) y uno a Senecioneae (*Acrisione*).

Dentro de los géneros neotropicales, casi un tercio (15 de 50) corresponde a géneros de distribución eminentemente



con línea punteada. Límites latitudinales en Tabla 2.



Representantes de las tribus de Compuestas chilenas

**A:** *Chuquiraga oppositifolia*, Barnadesieae (A. Moreira-M), **B:** *Mutisia decurrens*, Mutisieae (Simón Moreira), **C:** *Gochnatia foliolosa*, Gochnatieae (A. Moreira-M), **D:** *Centaurea chilensis*, Cardueae (Sergio Elórtegu), **E:** *Hypochaeris scorzonerae* var. *glabrata*, Lactuceae (M. Muñoz-Schick), **F:** *Senecio paucidentatus*, Senecioneae (S. Elórtegu), **G:** *Gnaphalium robustum*, Gnaphalieae (Sergio Moreira), **H:** *Haplopappus foliosus*, Astereae, (S. Elórtegu), **I:** *Leptinella scariosa*, Anthemideae (Herbario SGO).



Representantes de las tribus de Compuestas chilenas

**J:** *Tessaria absinthioides*, Plucheeae (Gustavo Aldunate), **K:** *Helenium aromaticum*, Helenieae (M. Muñoz-Schick), **L:** *Coreopsis suaveolens*, Coreopsidae (Hermann Niemeyer), **M:** *Tagetes multiflora*, Tageteae (Herbario SGO), **N:** *Bahia ambrosioides*, Bahieae (S. Elórtegu), **O:** *Viguiera revoluta*, Heliantheae (Ma.Teresa Eyzaguirre), **P:** *Madia chilensis*, Madieae (Sergio Moreira), **Q:** *Perityle emoryi*, Perityleae (Sergio Moreira), **R:** *Aristeguetia salvia*, Eupatorieae (S. Elórtegu).

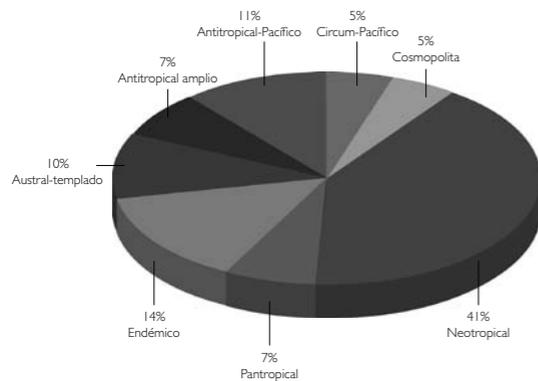


Figura 7. Elementos fitogeográficos de las Compuestas chilenas (distribución según Bremer 1994, Baldwin et al. 2002, y monografías).

altiplánica, compartidos principalmente con Bolivia y Perú. Si sumamos los géneros chilenos más los compartidos con Argentina y los altiplánicos, obtenemos 44, es decir, un 36% de géneros restringidos a Chile y sus regiones directamente vecinas.

Sin embargo, las relaciones fitogeográficas más distantes son también significativas para las Compuestas chilenas: 8 géneros (7%) conforman el elemento 'antitropical amplio', es decir, de América austral-templada y el hemisferio norte, tanto americano como Eurasia y el norte de África (e.g. *Aster*, *Artemisia*, *Taraxacum*), mientras que 13 géneros forman el elemento 'antitropical-Pacífico' (11%), géneros extratropicales de América del Norte y Sur, con menor o usualmente ninguna representatividad en el neotrópico. La mayoría de los géneros tiene distribución disyunta entre el sur de EE.UU. y Chile. Es el caso de *Amblyopappus*, *Lasthenia*, *Helenium* (Helenieae), *Agoseris*, *Malacothrix* (Lactuceae), *Antennaria* y *Gamochaeta* (Gnaphalieae). Por su parte, el elemento 'circum-Pacífico' está compuesto por

6 géneros (5%) de distribución en Australasia, Oceanía y Sudamérica (*Abrotanella*, *Lagenophora*, *Leptinella*, *Trichocline*), pero también con alguna representación en América del Norte (*Gochmatia* y *Soliva*). El elemento 'cosmopolita' también comprende seis géneros (5%): *Bidens*, *Centaurea*, *Gnaphalium*, *Hieracium*, *Pluchea* y *Senecio*.

Las relaciones fitogeográficas pueden ser expresadas en forma de trazos generalizados (e.g. Katinas et al. 1999), ejercicio ya hecho por Bremer (1993) para la familia (aunque dicho autor incluye en el análisis las relaciones supragenéricas), (Figura 8). Los elementos 'neotropical', 'austral-templado' y 'endémico' se funden en el trazo 'andino amplio'. A este trazo le sigue en importancia el trazo 'antitropical-Pacífico', que representa la disyunción entre los géneros de Chile central y el SW de EE.UU. Enseguida los trazos 'pantropical' y 'antitropical amplio', para finalizar con los trazos 'circum-Pacífico' y 'cosmopolita'. La figura es similar a la obtenida por Bremer (1993, p.109) en lo que respecta a las relaciones entre América y el resto del mundo. Bremer, sin embargo, no identifica la relación antitropical-pacífica, aunque reconoce que el Pacífico debe estar estrechamente ligado a los inicios de la historia evolutiva de la familia.

## CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

Las Compuestas nativas de Chile comprenden según el conocimiento actual 121 géneros y ca. 863 especies. La tribu mejor representada en Chile es Mutisieae (27 géneros).

Los géneros se distribuyen a lo largo de todo el territorio chileno, así como en las islas oceánicas, con una clara concentración en Chile mediterráneo. Ello se debe a

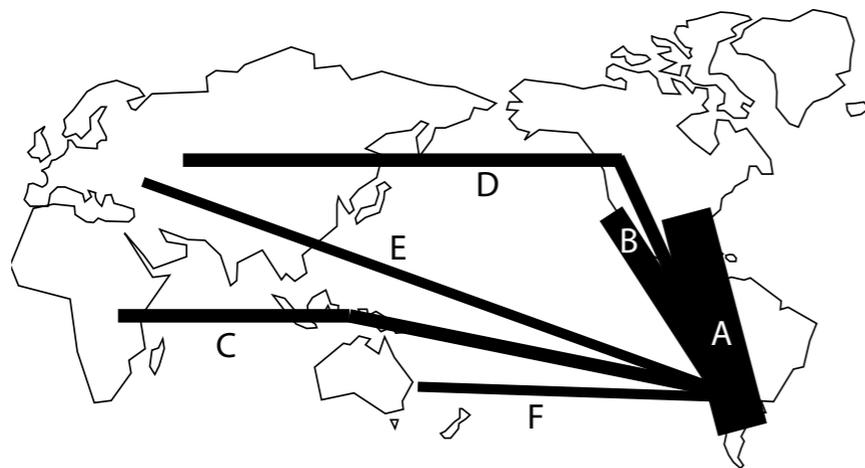


Figura 8. Trazos biogeográficos generalizados de las Compuestas chilenas. A= andino amplio, B= antitropical-Pacífico, C= pantropical, D= antitropical amplio, E= circum-Pacífico, F= cosmopolita.

la confluencia de géneros australes con los del norte, más los ubicuos y aquellos que tienen su distribución estrictamente restringida a Chile central. Los géneros basales de la filogenia, pertenecientes a la tribu Barnadesieae, se distribuyen en el Norte y Centro de Chile, aunque *Chusqueira* llega hasta Colombia por el norte, mientras que *Dasyphyllum* alcanza hasta Chiloé por el sur. Este último género muestra una distribución disyunta entre Chile Central y el Sur de Brasil. Los géneros de Mutisieae reflejan la distribución general de la familia en Chile, existiendo tanto géneros restringidos al norte del país (e.g. *Urmenetea* y *Gypothamnium*), al centro (*Brachyclados*, *Marticoenia*), al sur (*Eriachaenium*), así como aquellos de distribución amplia, como *Mutisia*, *Perezia* y *Leucheria*.

En cuanto a las relaciones fitogeográficas destaca la mayoritaria presencia de taxa de distribución neotropical, especialmente andinos, así como australes (Chile/Argentina) y endémicos de Chile. Resulta interesante destacar que los géneros endémicos de Chile continental se distribuyen principalmente en Chile mediterráneo, entre 27° y 37° S. La alta concentración de géneros de Mutisieae endémicos de Chile central ha sido interpretado como una especiación reciente que condujo a la diferenciación a nivel genérico, como es el caso de *Moscharia* y *Polyachyrus*, al parecer descendientes de un ancestro Pleistocénico (Katinas & Crisci 2000). Pero una estrecha relación entre la evolución de las Compuestas y el establecimiento del clima mediterráneo es dudosa, puesto que el clima mediterráneo tal cual lo conocemos parece ser muy reciente (ca. 3.200 años, según Villa-Martínez et al. 2003).

Por otra parte, el relativo bajo porcentaje de géneros cosmopolitas contrasta con el supuesto de que las Compuestas tienen facilidades de dispersión por viento o por animales (Stuessy et al. 1996). En la familia ciertamente hay géneros cosmopolitas, pero los de estrecha distribución son mucho más numerosos. En general dentro de las Compuestas, la percepción de que muchos taxa son maleza se contraponen con la existencia de muchos más taxa de distribución restringida y con problemas de conservación (Funk et al. 2005). La existencia de muchos taxa de Compuestas naturalizados en la flora de Chile, con registro desde principios del siglo XIX, está ligada sin lugar a dudas a las actividades humanas (Castro et al. 2005).

El elemento 'circum-Pacífico', aunque muestra un porcentaje relativamente modesto dentro del espectro fitogeográfico (5%), es clave para comprender la historia biogeográfica de la familia. Este elemento comprende géneros distribuidos en Sudamérica y Oceanía, con varios taxa también presentes en Centro y Norteamérica, es decir, en los márgenes de la cuenca oceánica del Pacífico. Los géneros de distribución pacífica pertenecen a tribus diferentes

(Anthemideae: *Cotula*, *Leptinella*, *Soliva*; Astereae: *Centipeda*, *Lagenophora*; Gochnatieae: *Gochmatia*; Mutisieae: *Trichocline*; Senecioneae: *Abrotanella*; Tageteae: *Flaveria*). Varios de estos géneros (e.g. *Centipeda* y *Abrotanella*) han sido muy difíciles de clasificar y posiblemente sean los más primitivos en sus respectivos grupos. *Abrotanella* es uno de los mejor estudiados (y a la vez controvertidos) en el análisis biogeográfico de la familia. El género muestra una distribución disyunta Oceanía/Sudamérica con 20 especies distribuidas en Nueva Guinea, Australia, Tasmania, Nueva Zelandia, Juan Fernández, Chile/Argentina e Islas Falkland (Malvinas). Swenson y Bremer (1997) han asumido cada región como un área de endemismo y encontrado el patrón biogeográfico muy complejo, sólo explicable como producto de eventos de dispersión de larga distancia. Ello no concuerda con la visión de Heads (1999), quien opone tres razones a los argumentos de Swenson y Bremer: a) los territorios mencionados constituyen áreas de endemismo polifiléticas, pues existen especies dentro de uno (e.g. Tasmania) más relacionadas con otro territorio distante (e.g. Sudamérica) que entre las especies de una misma región. Es así como las áreas de endemismo reinterpretadas por Heads (1999) son compuestas: e.g. Tasmania oriental y sur de Chile o Tasmania occidental y Nueva Zelandia; b) la inexistencia de papus en *Abrotanella* no favorece la dispersión de larga distancia; c) el patrón de distribución pacífica también lo muestran otros taxa de Asteraceae, ya sea a nivel tribal, genérico o específico. Resulta muy coherente con el razonamiento de Heads el hecho de que muchos de los géneros de distribución pacífica no poseen papus que permitan su dispersión oceánica (e.g. *Leptinella*, *Soliva*, *Flaveria*). También un género de Goodeniaceae, *Selliera*, pertenece al elemento circum-Pacífico (distribución en Australia, Nueva Zelandia y Chile). Como muestra la Figura 2, Goodeniaceae es considerada como la familia hermana de Calyceraceae y Asteraceae, lo que implica que han compartido un ancestro común en el transcurso de su historia evolutiva. Estas razones llevan a Heads (1999) a interpretar el patrón disyunto como el resultado de especiación vicariante, en relación con fenómenos de subducción, acreción y orogénesis asociados al origen del Océano Pacífico durante el Mesozoico. Heads (1999) incluye en su análisis al género de distribución antitropical *Blennosperma*. Considerando el elemento antitropical-Pacífico en relación con la historia del Océano Pacífico, el porcentaje de géneros involucrados crece enormemente, pues juntos, el elemento antitropical-Pacífico y el elemento circum-Pacífico, comprenden 19 (15,7%) del total de los géneros de Compuestas chilenas.

Turner (1977) sugirió un origen Cretácico para la familia. Posteriormente, Stuessy et al. (1996) han sugerido para Barnadesieae, la tribu más primitiva, un origen en el

Oligoceno temprano (38 Ma). Sin embargo, los mismos autores reconocen que la primera aparición de un taxón en el registro fósil no indica necesariamente la edad de origen. Graham (1996), por su parte, aporta antecedentes, aunque con dudas, para la existencia de polen fósil del Eoceno (42 Ma). La mayoría de las tribus aparece en el registro fósil recién a mediados del Mioceno (14 Ma), (Graham 1996). Supuestamente a fines del Mioceno (5 Ma), la mayoría de los géneros actuales ya existía (Funk *et al.* 2005). Algunos géneros como *Chiquiraga* probablemente han alcanzado su diversidad específica en concordancia con la aridización y el máximo levantamiento andino durante el Plioceno-Pleistoceno (Ezcurra 2002).

La distribución principalmente australiana de Goodeniaceae, y sudamericana de Calyceraceae, hacen suponer un origen Gondwánico para las tres familias, habiéndose separado Goodeniaceae de Calyceraceae-Asteraceae cuando América se aisló de Australia/Antártica (Posiblemente en el Eoceno temprano hace 43-53 Ma, según DeVore & Stuessy 1995). Los ancestros de la familia Asteraceae

habrían quedado confinados a Sudamérica, a partir de donde evolucionarían los taxa que luego han ocupado todo el mundo, ya sea paulatinamente o por eventos de dispersión de larga distancia (Stuessy *et al.* 1996, Tremetsberger *et al.* 2005). Otra posibilidad es que el lugar de origen de la familia no sea tan estrecho sino abarque toda la región Pacífica, incluyendo Sudamérica (Bremer 1993). Ello es sustentado por la presencia en el registro fósil más antiguo, tanto de clados primitivos (e.g. Mutisieae) como derivados (e.g. Heliantheae), lo cual a su vez sugiere una edad más antigua que el Eoceno para la familia (Graham 1996). La existencia de constantes patrones disyuntos de distribución, ya sea antitropicales o circumpacíficos en taxa de diversa jerarquía, sugiere la existencia de procesos vicariantes en la historia de la familia, tal como ya reconociera Bentham (1873) a fines del siglo XIX. Los encuentros periódicos de los especialistas mundiales agrupados en "The Compositae Alliance" (Susanna este número) continuarán aportando nuevos antecedentes a este atractivo campo de la investigación botánica.

**Tabla 2.** Géneros chilenos de Compuestas, clasificación tribal, número de especies, distribución global, límites de distribución en Chile, número de especies en Chile y elementos fitogeográficos: NT = neotropical, PAN = pantropical, END = endémico, TS = austral-templado, AM = antitropical amplio, AP = antitropical Pacífico, C- PAC = circum-Pacífico, COS = cosmopolita.

TRIBU	GÉNEROS	Nº SSP	DISTRIBUCIÓN	ELEMEN-TO BIOG	SSP CHILE	Lat_MIN	Lat_MAX	MEDIA
Senecioneae	<i>Abrotanella</i> Cass.	20	Nueva Guinea, Aus, Tasmania, NZ, S Am (TFuego), JF, Malvinas	C-PAC	4	-43,00	-55,75	-49,38
Gnaphalieae	<i>Achyrocline</i> (Less.) DC.	30	África Tropical, Am, Madagascar,	PAN	1	-18,23	-18,23	-18,23
Senecioneae	<i>Acrisione</i> B. Nord.	2	Chile Central	END	2	-31,62	-39,82	-35,72
Mutisieae	<i>Adenocaulon</i> Hook.	5	W NA, México, Hawaii, Guatemala, Chile, Arg, Himalayas, E Asia	AM	1	-36,83	-55,00	-45,92
Eupatorieae	<i>Ageratina</i> Spach	290	E USA, C y W S Am, Indias Occidentales	NT	1	-25,00	-36,67	-30,83
Lactuceae	<i>Agoseris</i> Raf.	11	9 sp W N Am, México, 2 sp Chile, Arg	AP	2	-30,95	-56,00	-43,48
Madieae	<i>Amblyopappus</i> Hook. & Arn.	1	1 sp Calif, NW México, Chile	AP	1	-22,08	-30,65	-26,37
Heliantheae	<i>Ambrosia</i> L.	43	Canada, México, SA, Indias Occidentales	NT	2	-17,58	-42,72	-30,15
Gnaphalieae	<i>Antennaria</i> Gaertn.	50	Ártico y temp. Euras, Andes S Am	AM	1	-31,00	-53,13	-42,07
Mutisieae	<i>Aphylladus</i> Wedd.	5	Andes S Bolivia, N Chile, NW Arg	NT	1	-18,82	-27,78	-23,30
Eupatorieae	<i>Aristeguetia</i> R.M. King & H. Rob.	20	Colombia, Ecuador, Perú, Chile	NT	1	-29,50	-36,45	-32,98
Anthemideae	<i>Artemisia</i> L.	390	temp Eurasia y W N Am, N + S Afr; S Am	AM	2	-17,75	-53,00	-35,38
Astereae	<i>Aster</i> L.	250	temp Eurasia, S Afr; Madag, Am, Hawaii	AM	4	-30,65	-56,00	-43,33
Astereae	<i>Baccharis</i> L.	400	AM, esp S AM	NT	43	-17,58	-56,00	-36,79
Bahieae	<i>Bahia</i> Lag.	10	SW US, Mex, Chile	AP	1	-21,27	-36,62	-28,94
Gnaphalieae	<i>Belloa</i> J. Rémy	1	Andes Arg, Chile	TS	1	-34,83	-40,75	-37,79
Coreopsidaeae	<i>Bidens</i> L.	240	cosmop.	COS	7	-17,58	-37,17	-27,38
Senecioneae	<i>Blennosperma</i> Less.	3	2 California, 1 Chile	AP	1	-33,42	-36,60	-35,01
Mutisieae	<i>Brachyclados</i> Gillies ex D. Don	3	Temp SA, Chile-Arg	TS	1	-30,83	-30,95	-30,89
Mutisieae	<i>Calopappus</i> Meyen	1	Chile	END	1	-32,50	-35,50	-34,00
Cardueae	<i>Centaurea</i> L.	500	Eurasia, N China, N y tro Afr; Aus, NZ, N Am	COS	7	-22,00	-37,80	-29,90
Cardueae	<i>Centaurodendron</i> Johow	2	Islas Pacífico	END	2			
Astereae	<i>Centipeda</i> Lour.	6	Madag, Mascarene Is, Asia, Aus, NZ, New Cale, Tahiti, Chile	PAN	1	-30,00	-41,83	-35,92

TRIBU	GÉNEROS	Nº SSP	DISTRIBUCIÓN	ELEMEN-TO BIOG	SSP CHILE	Lat_MIN	Lat_MAX	MEDIA
Mutisieae	<i>Chaetanthera</i> Ruiz & Pav.	44	S Perú, Bol, Chile, Arg	NT	37	-17,58	-40,25	-28,92
Mutisieae	<i>Chaptalia</i> Vent.	55	trop. y subtrop. Am, S USA	NT	1	-33,03	-36,67	-34,85
Senecioneae	<i>Chersodoma</i> Phil.	9	S Perú, Bol, Chile, Arg	NT	3	-17,72	-23,58	-20,65
Gnaphalieae	<i>Chevreulia</i> Cass.	5	S Brasil, Bol, Paraguay, Urug, Chile, N C Arg, Malvinas	NT	3	-33,03	-43,00	-38,02
Astereae	<i>Chilophyllum</i> Phil.	3	S Andes Chile, Argentina	TS	2	-52,62	-53,25	-52,93
Astereae	<i>Chilotrimum</i> Cass.	7	S Andes Chile, Argentina	TS	2	-36,00	-56,00	-46,00
Barnadesieae	<i>Chiquiraga</i> Juss.	23	Andes S Am, Patagonia	NT	5	-17,72	-35,75	-26,73
Astereae	<i>Coryza</i> Less.	60	trópicos y subtropicos	PAN	27	-17,58	-55,00	-36,29
Coreopsidaeae	<i>Coreopsis</i> L.	114	N y S Am	NT	1	-18,17	-18,17	-18,17
Anthemideae	<i>Cotula</i> L.	55	S Afr; NZ, Nueva Guinea, Aus, S Am	PAN	1	-20,25	-22,00	-21,13
Gnaphalieae	<i>Cuatrecasasiella</i> H. Rob.	2	Ecuador, Perú, Chile, Arg	NT	1	-17,72	-24,50	-21,11
Barnadesieae	<i>Dasyphyllum</i> Kunth	40	Chile, Andes, SE Brazil	NT	2	-32,88	-42,47	-37,68
Lactuceae	<i>Dendroseris</i> D. Don	11	Islas Pacífico	END	11			
Astereae	<i>Diplostephium</i> Kunth	90	trópico Andes desde Colombia a Bol y N Chile, 1 sp Costa Rica	NT	3	-17,58	-23,00	-20,29
Barnadesieae	<i>Doniophyton</i> Wedd.	2	Andes Chile Arg	TS	2	-21,50	-30,67	-26,08
Heliantheae	<i>Encelia</i> Adans.	15	SW USA, México, Chile, Perú, Galapagos	AP	1	-19,28	-30,67	-24,98
Senecioneae	<i>Erechtites</i> Raf.	10	N y S Am	NT	1	-23,53	-25,92	-24,73
Mutisieae	<i>Eriachaenium</i> Sch. Bip.	1	Tierra del Fuego	TS	1	-48,83	-53,50	-51,17
Astereae	<i>Erigeron</i> L.	200	Eurasia, N y S Am, Aus, JF	AM	12	-29,00	-56,00	-42,50
Gnaphalieae	<i>Facelis</i> Cass.	3	S Brasil, Perú, Bol, Paraguay, Urug, Chile, Arg	NT	2	-25,40	-39,82	-32,61
Tageteae	<i>Flaveria</i> Juss.	21	W N Am, México, S Am, 1 sp Aus	PAN	1	-19,00	-36,60	-27,80
Heliantheae	<i>Flourensia</i> DC.	32	SW USA, México, Perú, Chile, Arg	AP	1	-29,45	-33,83	-31,64
Heliantheae	<i>Galinsoga</i> Ruiz & Pav.	15	tem.p y subtrop. C y S Am	NT	2	-17,58	-42,62	-30,10
Gnaphalieae	<i>Gamochoeta</i> Wedd.	40	N y S Am, Brazil, JF	NT	22	-17,58	-55,25	-36,42
Gnaphalieae	<i>Gamochoetopsis</i> Anderb. & S.E. Freire	1	S Arg, Chile	TS	1	-37,48	-37,48	-37,48
Gnaphalieae	<i>Gnaphalium</i> L.	100	cosmop	COS	30	-17,58	-54,50	-36,04
Gochnatieae	<i>Gochnatia</i> Kunth	66	Trop. y Subtrop. Am, S USA, SE Asia	C-PAC	1	-30,67	-37,80	-34,23
Astereae	<i>Grindelia</i> Willd.	60	W N Am y S Am, Brazil	NT	4	-18,42	-38,78	-28,60
Astereae	<i>Gutierrezia</i> Lag.	27	W N Am y Sur S Am	AP	6	-21,00	-52,50	-36,75
Astereae	<i>Gynesomia</i> Bonifacino & Sancho	1	Chile	END	1	-29,75	-31,50	-30,63
Mutisieae	<i>Gypthammium</i> Phil.	1	N Chile	END	1	-25,00	-26,13	-25,57
Astereae	<i>Haplopappus</i> Cass.	75	Am espec Chile	NT	64	-21,18	-45,50	-33,34
Helenieae	<i>Helenium</i> L.	32	W N Am, México, C América, Andes	NT	7	-22,00	-40,33	-31,17
Eupatorieae	<i>Helogyne</i> Nutt.	8	Perú, Chile, Bol, Arg	NT	2	-17,58	-23,87	-20,73
Coreopsidaeae	<i>Heterosperma</i> Cav.	5	SW USA, México, C Am, Perú, Arg, Chile	NT	2	-17,58	-23,00	-20,29
Lactuceae	<i>Hieracium</i> L.	200	regiones temp. y trópicos mont., excl Australasia	COS	6	-34,65	-55,00	-44,83
Lactuceae	<i>Hypochaeris</i> L.	55	temp S Am, Eurasia Medit, N Afr	AM	33	-17,58	-54,00	-35,79
Astereae	<i>Lagenophora</i> Cass.	15	SE Asia, Malasia, Australia, Tasmania, NZ, Central y América del Sur, JF, Malvinas, Tristan da Cunha.	C-PAC	3	-33,67	-56,00	-44,83
Madieae	<i>Lasthenia</i> Cass.	18	SW US, Chile-Arg	AP	1	-31,25	-51,00	-41,13
Astereae	<i>Lepidophyllum</i> Cass.	1	Patagonia Chile-Arg	TS	1	-52,33	-53,00	-52,67
Anthemideae	<i>Leptinella</i> Cass.	33	Nueva Guinea, Aus, NZ, Subantarctic Is, S Am	C-PAC	1	-40,00	-56,00	-48,00
Heliantheae	<i>Leptocarpha</i> DC.	1	Chile	END	1	-35,78	-40,82	-38,30
Mutisieae	<i>Leucheria</i> Lag.	46	Perú, Bol, Arg, Chile, Malvinas	NT	43	-17,58	-55,00	-36,29
Mutisieae	<i>Leunisia</i> Phil.	1	C Chile	END	1	-30,80	-32,75	-31,78
Mutisieae	<i>Lophopappus</i> Rusby	6	Perú, Bol, Chile, Arg	NT	2	-18,00	-20,08	-19,04
Gnaphalieae	<i>Lucilia</i> Cass.	12	Andes S Am, Chile, Arg, Perú	NT	3	-33,00	-38,67	-35,83
Gnaphalieae	<i>Lucilioline</i> Anderb. & Freire	12	Andes S Am, Chile, Arg, Perú	NT	2	-17,58	-23,50	-20,54
Perityleae	<i>Lycapsus</i> Phil.	1	Islas Pacífico	END	1			

TRIBU	GÉNEROS	Nº SSP	DISTRIBUCIÓN	ELEMEN-TO BIOG	SSP CHILE	Lat_MIN	Lat_MAX	MEDIA
Mutisieae	<i>Macrahaenium</i> Hook.	1	Patagonia y Tierra del Fuego	TS	1	-38,27	-55,00	-46,63
Madieae	<i>Madia</i> Molina	10	W N Am, Chile-Arg	AP	2	-30,00	-55,00	-42,50
Lactuceae	<i>Malacothrix</i> DC.	16	W N Am, Chile	AP	2	-22,00	-30,67	-26,33
Mutisieae	<i>Martcorenia</i> Crisci	1	Chile	END	1	-32,72	-33,60	-33,16
Gnaphalieae	<i>Microspis</i> DC.	8	Brazil, Arg, Urug, Chile	NT	1	-31,33	-36,50	-33,92
Lactuceae	<i>Micoseris</i> D. Don	15	W N Am, I Chile, I Aus, NZ	AP	1	-25,00	-37,83	-31,42
Eupatorieae	<i>Mikania</i> Willd.	430	pantrópico	PAN	1	-34,50	-37,92	-36,21
Gnaphalieae	<i>Mniodes</i> (A. Gray) Benth.	4	Perú, Chile	NT	1	-17,58	-18,17	-17,88
Mutisieae	<i>Moscharia</i> Ruiz & Pav.	2	Chile	END	2	-29,72	-36,50	-33,11
Mutisieae	<i>Mutisia</i> L.	60	Andes Colombia to Chile, Arg, Parag, SE Brasil, Urug	NT	23	-17,58	-48,92	-33,25
Astereae	<i>Nardophyllum</i> Hook. and Arn.	7	Bol, Arg, Chile	NT	5	-23,00	-53,00	-38,00
Mutisieae	<i>Nassauvia</i> Comm. Ex Juss.	39	Bol, Arg, Chile	NT	25	-30,00	-55,67	-42,83
Astereae	<i>Naticastrum</i> DC.	20	Perú, Bol, Chile, Arg, Ecuador, Brazil	NT	5	-31,92	-38,73	-35,33
Eupatorieae	<i>Ophryosporus</i> Meyen	37	trop. y subtrop. S Am, Brazil	NT	5	-17,58	-36,67	-27,13
Mutisieae	<i>Oxyphyllum</i> Phil.	1	N Chile	END	1	-24,83	-26,15	-25,49
Mutisieae	<i>Pachylaena</i> D. Don	2	Andes N Chile Arg	TS	2	-28,00	-35,80	-31,90
Astereae	<i>Parastrephia</i> Nutt.	5	Andes Bol, Chile, Perú, Arg	NT	5	-17,58	-25,00	-21,29
Mutisieae	<i>Perezia</i> Lag.	32	Andes desde Colombia hasta Chile, SE Brazil	NT	23	-17,58	-56,00	-36,79
Perityleae	<i>Perityle</i> Benth.	63	SW N Am, I Chile Perú	AP	1	-20,80	-29,90	-25,35
Lactuceae	<i>Picosia</i> D. Don	2	subtrop. S Am, Chile, Perú, Arg, Brazil	NT	1	-34,50	-36,72	-35,61
Mutisieae	<i>Plazia</i> Ruiz & Pav.	3	Perú, Bol, Arg, Chile	NT	2	-18,18	-21,95	-20,07
Mutisieae	<i>Pleocarphus</i> D. Don	1	N Chile	END	1	-29,15	-33,50	-31,33
Plucheeae	<i>Pluchea</i> Cass.	80	Asia, N y S Am, Afr, Aus	COS	1	-18,42	-19,12	-18,77
Heliantheae	<i>Podanthus</i> Lag.	2	Chile	END	2	-30,28	-38,25	-34,27
Mutisieae	<i>Polyachyrus</i> Lag.	7	Perú, Chile	NT	7	-17,58	-34,73	-26,16
Mutisieae	<i>Proustia</i> Lag.	3	Bol, Chile, Arg, Perú	NT	3	-18,00	-40,33	-29,17
Gnaphalieae	<i>Psilocarphus</i> Nutt.	8	W US, temp S Am	AP	2	-30,00	-38,00	-34,00
Senecioneae	<i>Rabinsania</i> DC.	6	Islas Pacifico	END	6			
Bahieae	<i>Schukhria</i> Roth	6	trop. y subtrop. Am	NT	2	-17,58	-31,83	-24,71
Senecioneae	<i>Senecio</i> L.	1250	Cosmop	COS	218	-17,58	-56,00	-36,79
Heliantheae	<i>Sigesbeckia</i> L.	3	regiones subtrop. y trop.	PAN	1	-32,83	-42,72	-37,78
Astereae	<i>Solidago</i> L.	150	Temperate América, Macaronesia, Eurasia	AM	2	-30,95	-44,00	-37,48
Anthemideae	<i>Soliva</i> Ruiz & Pav.	8	S Am, N Am, Aus	C-PAC	4	-29,95	-41,83	-35,89
Heliantheae	<i>Spilanthes</i> Jacq.	6	trópicos	PAN	1	-18,47	-18,47	-18,47
Eupatorieae	<i>Stevia</i> Cav.	230	S US hasta Chile	NT	2	-17,58	-25,43	-21,51
Tageteae	<i>Tagetes</i> L.	50	N y S Am	NT	3	-17,58	-36,60	-27,09
Lactuceae	<i>Taraxacum</i> Weber in F.H. Wigg.	60	temp N Hemis y temp S Am, NZ, JF	AM	2	-33,45	-56,00	-44,73
Plucheeae	<i>Tessaria</i> Ruiz & Pav.	1	S Am, Brazil	NT	1	-18,42	-36,50	-27,46
Lactuceae	<i>Thamnosseris</i> Phil.	1	Islas Pacifico	END	1			
Mutisieae	<i>Trichocline</i> Cass.	22	S Am, I W Aus	C-PAC	5	-18,43	-37,82	-28,13
Mutisieae	<i>Tripilium</i> Ruiz & Pav.	12	C Chile, I Patagonia	TS	12	-23,00	-42,50	-32,75
Mutisieae	<i>Trixis</i> P. Browne	50	SW N Am hasta Chile	NT	1	-18,55	-20,93	-19,74
Mutisieae	<i>Urmenetea</i> Phil.	1	N Chile, NW Arg	TS	1	-21,50	-23,18	-22,34
Heliantheae	<i>Verbesina</i> L.	300	trop. y subtrop. Am, Caribe	NT	2	-22,00	-29,90	-25,95
Heliantheae	<i>Viguiera</i> Kunth	180	trop. y subtrop. Am, Caribe	NT	6	-18,18	-37,80	-27,99
-	<i>Villanova</i> Lag.	10	México hasta Chile	NT	2	-18,20	-25,00	-21,60
Heliantheae	<i>Wedelia</i> Jacq.	100	pantrópico, W Australia	PAN	1	-23,58	-27,37	-25,48
Senecioneae	<i>Werneria</i> Kunth	40	Andes Ecuador hasta Chile	NT	9	-17,58	-33,82	-25,70
Senecioneae	<i>Xenophyllum</i> V.A. Funk	21	Andes Colombia hasta N Arg, Chile	NT	5	-18,00	-23,58	-20,79
Cardueae	<i>Yunquea</i> Skottsbo.	1	Islas Pacifico	END	1			

## AGRADECIMIENTOS

A Mélica Muñoz-Schick, Museo Nacional de Historia Natural, por su invaluable y constante apoyo con información taxonómica y corológica. A Vicki Funk, US National Herbarium, por el envío oportuno de bibliografía actualizada. A Miguel Dillon y Federico Luebert por sugerencias al manuscrito. A las personas que facilitaron fotografías. Una versión preliminar de este trabajo fue presentada como póster en "The International Compositae Alliance Meeting", Barcelona 03 - 10 julio 2006. Se agradece al Dr. Alfonso Susanna por facilitar la participación en dicha reunión. El presente trabajo forma parte del trabajo de doctorado financiado por el Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD).

## GLOSARIO

**acreción** = agregación de fragmentos de continentes.  
**aquenio** = fruto con el pericarpio independiente de la semilla, es decir, no soldado a ella.  
**bráctea** = órgano foliáceo situado en la proximidad de las flores, distinto del cáliz y la corola.  
**ca.** = cerca de, aproximadamente.  
**cladograma** = diagrama que representa las relaciones jerárquicas evolutivas entre taxones.  
**Cretácico** = período geológico que abarca entre 140 y ca. 65 millones de años atrás.  
**corología** = distribución geográfica de un taxón.  
**distribución disyunta** = rango de distribución discontinuo, en el cual dos o más taxa estrechamente relacionados están a una gran distancia geográfica.  
**e.g.** = por ejemplo.  
**especiación alopátrica** = surgimiento de taxa como resultado de la evolución divergente de poblaciones aisladas geográficamente.  
**filogenia** = hipótesis de relaciones evolutivas entre taxones.  
**ínfero** = tipo de ovario de las fanerógamas que se desarrolla por debajo del cáliz.  
**Ma** = millones de años.  
**Mesozoico** = también llamada "Era Secundaria", es el período de la historia geológica de la Tierra que comprende entre 225 y 65 millones de años atrás.  
**orogénesis** = creación de montañas.  
**papus** = limbo del cáliz, con un fruto procedente de un ovario ínfero, transformado en pelos simples o plumosos.

**parafilético** = grupo taxonómico que incluye al antepasado común de sus miembros, pero no a todos los descendientes de éste.

**polifilético** = grupo taxonómico que no incluye al antepasado común más reciente de todos sus miembros; está constituido por la unión artificial de ramas dispersas del árbol evolutivo.

**subducción** = proceso de hundimiento de una placa oceánica por debajo de una placa continental debido al choque de ambas placas según la teoría de tectónica de placas.

**taxa** = plural de taxón, un grupo de organismos relacionados en cualquier nivel de la clasificación taxonómica (e.g. especie, género, tribu, familia).

**vicarianza** = proceso de separación geográfica de taxa estrechamente relacionados, o fragmentación de una biota continua.

**vilano** = sinónimo de papus.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderberg A. 1991. Taxonomy and phylogeny of the tribe Gnaphalieae (Asteraceae). *Opera Botanica* 104: 1-195.
- Baldwin BG, BL Wessa & JL Panero. 2002. Nuclear rDNA Evidence for Major Lineages of Helenioid Heliantheae (Compositae). *Systematic Botany* 27(1): 161-198.
- Bentham G. 1873. Notes on the classification, history and geographic distribution of Compositae. *Journal of the Linnean Society, Botany*: 13: 355-577.
- Bonifacio JM & G Sancho. 2004. *Guynesomia* (Asteraceae: Astereae), a new genus from central Chile. *Taxon* 53(3): 673-678.
- Bremer K. 1993. Intercontinental relationships of African and South American Asteraceae: a Cladistic Biogeographic Analysis, in: Goldblatt P (ed.). *Biological Relationships between Africa and South America*. Yale University Press, New Haven and London, pp. 105-135.
- Bremer K. 1994. *Asteraceae: cladistics and classification*. Portland, Oregon. Timber Press.
- Bremer K & RK Jansen. 1992. A new subfamily of the Asteraceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 79: 414-415.
- Castro SA, JA Figueroa, M Muñoz-Schick & FM Jaksic. 2005. Minimum residence time, biogeographical origin, and life cycles as determinants of the geographical extent of naturalized plants in continental Chile. *Diversity and Distributions* 11: 183-191.
- Cronquist, A. 1955. Phylogeny and taxonomy of the Compositae. *American Midland Naturalist* 53: 478-511.
- DeVore ML & TF Stuessy. 1995. The place and time of origin of the Asteraceae, with additional comments on the Calyceraceae

- and Goodeniaceae, in: Hind DJN, C Jeffrey & GV Pope (eds.). *Advances in Compositae Systematics*, vol. 1, Royal Botanic Gardens, Kew, pp. 23-40.
- Dillon MO. 2000. Classification and phylogeny of the South American Gnaphalieae (Asteraceae). <http://www.sacha.org/Gnaphalieae/Gnaphalieae.htm>
- Dillon MO. 2003. New combinations in *Luciliocline* with notes on South American Gnaphalieae (Asteraceae). *Arnaldoa* 10(1):45-60.
- Ezcurra C. 2002. Phylogeny, morphology, and biogeography of *Chuquiraga*, an Andean-Patagonian genus of Asteraceae-Barnadesioideae. *The Botanical Review* 68(1): 153-170.
- Heads M. 1999. Vicariance biogeography and terrane tectonics in the South Pacific: analysis of the genus *Abrotanella* (Compositae). *Biological Journal of the Linnean Society* 67: 391-432.
- Heywood VH (ed.). 1978. *Flowering Plants of the World*. Elsevier.
- Funk VA. 1997. *Xenophyllum*, a new Andean genus extracted from *Werneria s. l.* (Compositae: Senecioneae). *Novon* 7: 235-241.
- Funk VA, RJ Bayer, S Keeley, R Chan, L Watson, B Gemeinholzer, E Schilling, JL Panero, BG Baldwin, N García-Jacas, A Susanna & RK Jansen. 2005. Everywhere but Antarctica: Using a *supertree* to understand the diversity and distribution of the Compositae. *Biol. Skr.* 55: 343-374.
- Graham A. 1996. A contribution to the geologic history of the Compositae, in: Hind DJN & HJ Beentje (eds.). *Compositae: Systematics. Proceedings of the International Compositae Conference*, Kew, 1994, vol. 1, pp. 123-140.
- Jansen RK & JD Palmer. 1987. A chloroplast DNA inversion marks an ancient evolutionary split in the sunflower family, Asteraceae. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 84: 5818-5822.
- Karis PO & O Ryding. 1994. Tribe Helenieae, in: Bremer K. *Asteraceae: cladistics and classification*, Portland, Oregon. Timber Press, pp. 521-558.
- Katinas L, JJ Morrone & JV Crisci. 1999. Track analysis reveals the composite nature of the Andean biota. *Australian Journal of Botany* 47: 111-130.
- Katinas L & JV Crisci. 2000. Cladistic and Biogeographic Analyses of the Genera *Moscharia* and *Polyachyrus* (Asteraceae, Mutisieae). *Systematic Botany* 25(1): 33-46.
- Lee J, BG Baldwin & LD Gottlieb. 2003. Molecular phylogeny among the primarily North American genera of Cichorieae (Compositae) based on analysis of 18S-26S nuclear rDNA, ITS and ETS sequences. *Systematic Botany* 28: 616-626.
- Marticorena C. 1990. Contribución a la estadística de la flora vascular de Chile. *Gayana Botánica* 47(3-4): 85-113.
- Muñoz Pizarro C. 1966. *Sinopsis de la flora chilena*. 2a edición. Ediciones Universidad de Chile.
- Panero JL & VA Funk. 2002. Toward a phylogenetic classification for the Compositae (Asteraceae). *Proceedings of the Biological Society of Washington* 115: 909-922.
- Reiche C. 1905. La distribución geográfica de las Compuestas de la flora de Chile. *Anales del Museo Nacional de Chile, Sección Botánica*. N° 17: 1-45, 2 mapas.
- Ruiz E, DJ Crawford, TF Stuessy, F González, R Samuel, J Becerra & M Silva. 2004. Phylogenetic relationships and genetic divergence among endemic species of *Berberis*, *Gunnera*, *Myrceugenia* and *Sophora* of the Juan Fernández Islands (Chile) and their continental progenitors based on isozymes and nrITS sequences. *Taxon* 53(2): 321-332.
- Sanders RW, TF Stuessy, C Marticorena & M Silva. 1987. Phylogeography and evolution of *Dendroseris* and *Robinsonia*, tree-Compositae of the Juan Fernández Islands. *Opera Bot.* 92: 195-215.
- Skottsberg C. 1925. Juan Fernández and Hawaii: a phytogeographical discussion. Bernice P. Bishop Museum, Honolulu, Hawaii. 47 pp.
- Small J. 1919. The origin and development of the Compositae. *New Phytologist Reprint* 11. London.
- Stuessy TF. 1977. Heliantheae systematic review, in: Heywood VH, JB Harborne, BL Turner (eds.). *The biology and chemistry of the Compositae*, London, Academic Press. vol. 2: 621-671.
- Stuessy TF, T Sang & ML DeVore. 1996. Phylogeny and biogeography of the subfamily Barnadesioideae with implications for early evolution of the Compositae, in: Hind DJN & HJ Beentje (eds.). *Compositae: Systematics. Proceedings of the International Compositae Conference*, Kew, 1994, vol. 1: pp. 463-490.
- Swenson U & K Bremer. 1997. Pacific Biogeography of the Asteraceae Genus *Abrotanella* (Senecioneae, Blennospermatinae). *Systematic Botany* 22(3): 493-508.
- Tremetsberger K, H Weiss-Schneeweiss, T Stuessy, R Samuel, G Kadlec, MA Ortiz & S Talavera. 2005. Nuclear ribosomal DNA and karyotypes indicate a NW African origin of South American *Hypochoeris* (Asteraceae, Cichorieae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 35: 102-116.
- Turner BL. 1977. Fossil history and geography, in: Heywood VH, JB Harborne, BL Turner (eds.). *The biology and chemistry of the Compositae*, London, Academic Press. vol. 1: 21-39.
- Villa-Martínez R, C Villagrán & B Jenny. 2003. The last 7500 cal yr B.P. of westerly rainfall in Central Chile inferred from a high-resolution pollen record from Laguna Aculeo (34°S). *Quaternary Research* 60: 284-293
- Wagstaff SJ, I Breitwieser & U Stwenson. 2006. Origin and relationships of the austral genus *Abrotanella* (Asteraceae) inferred from DNA sequences. *Taxon* 55: 95-106.
- Willis JC. 1922. *Age and Area: a study in geographical distribution and origin of species*. Cambridge University Press. Reprint 1970, Asher & Company, Ltd., Amsterdam.

## Compuestas naturalizadas en Chile: Importancia de la flora exótica como agente del cambio biótico

Sergio A. Castro

Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas  
Universidad de Concepción, Concepción  
scastron@udec.cl

Mélica Muñoz-Schick

Museo Nacional de Historia Natural  
mmunoz@mnhn.cl

### INVASIONES BIOLÓGICAS COMO UNA MANIFESTACIÓN DEL CAMBIO GLOBAL

La influencia humana sobre los ecosistemas del planeta está modificando drásticamente su biodiversidad. Básicamente, para un área determinada estas modificaciones se traducen en la pérdida de biodiversidad por la extinción de especies nativas, y un incremento por la incorporación de especies exóticas, fenómeno denominado invasiones biológicas (Chapin *et al.* 2000, Mack *et al.* 2000); debido a que este balance favorece notablemente a las invasiones biológicas por sobre las extinciones, en muchas regiones del mundo la riqueza de especies ha experimentado incrementos. Por esta razón, gran interés ha despertado el estudio de las invasiones biológicas como agente que modifica la biodiversidad, no sólo a escala local y regional sino también a escala global (Vitousek *et al.* 1997). Actualmente las invasiones biológicas se consideran una de las manifestaciones más conspicuas del cambio global, así como lo son el cambio climático, el aumento de la concentración de carbono atmosférico y el efecto invernadero (Vitousek 1992, 1994; Chapin *et al.* 2000, Sala *et al.* 2000).

Pero ¿qué son las invasiones biológicas? En términos simples, las invasiones biológicas pueden ser definidas como fenómenos en que una especie expande o extiende su rango geográfico original (Mack *et al.* 2000). Esta expansión puede ocurrir por diversos mecanismos, de

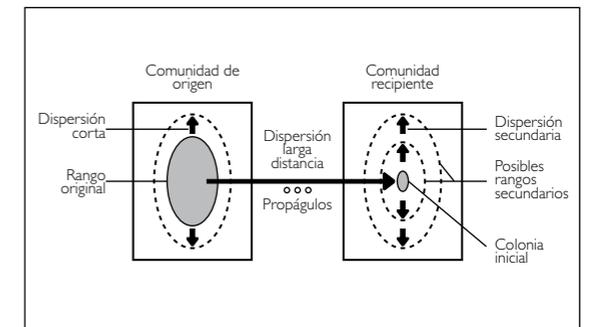


Figura 1. Diagrama conceptual de las invasiones biológicas. Se indican los diferentes mecanismos por los cuales ocurre la expansión geográfica, es decir, dispersión a corta distancia y larga distancia. En la comunidad receptiva (derecha) se detalla la presencia de la colonia inicial y rango de expansión de las introducciones que resultan del proceso de naturalización.

manera progresiva mediante dispersión de corta distancia (usualmente involucra escalas de metros a un kilómetro) o por dispersión a larga distancia (que involucra escalas geográficas de un kilómetro a 1.000 kilómetros; Figura 1). Pese a que en el pasado este tipo de fenómenos ha ocurrido en reiteradas oportunidades (Vermeij 1996), un aspecto clave en contextualizar a las invasiones biológicas como un componente del cambio global es reconocer la escala y magnitud en que la influencia humana ha facilitado el intercambio de especies entre áreas, las que improbablemente lo hubiesen hecho de manera natural. De esta manera, el número de especies involucradas en la actualidad, así como sus rutas y las distancias implicadas no tienen precedentes en la historia del planeta (Vermeij 1996).

Una vez introducidas, las especies pueden denominarse exóticas puesto que representan elementos novedosos para la región recipiente, porque su origen se localiza en otra área geográfica (Kolar & Lodge 2001). La mayor parte de las introducciones fallan en establecerse en el área recipiente, por lo que se extinguen o sólo se mantienen por facilitación humana. Sin embargo, una porción menor, usualmente estimada en el 10 por ciento o menos de las especies exóticas que arriban al área recipiente, logran establecer una colonia o población autosustentable (Williamson 1996), por lo que son denominadas especies naturalizadas (Richardson *et al.* 2000). Estas últimas han capturado profundamente la atención en investigación científica, no sólo por su importancia en ecología y conservación biológica (Wilcove *et al.* 1998), sino también por sus implicancias en salud humana (Belmonte & Vilà 2004) y economía (Pimentel *et al.* 2000).

Las causas y consecuencias del proceso de naturalización de especies exóticas están estrechamente asociadas a las relaciones filogenéticas o taxonómicas (Pysek 1998). Así, un útil acercamiento al problema de la naturalización puede resultar del análisis de conjuntos de especies evolutivamente (o taxonómicamente) relacionados, lo que podría contribuir a comprender los patrones y mecanismos asociados a su invasión. En este artículo, centramos nuestra atención en una de las familias más numerosas en la flora exótica y nativa de Chile. Se trata de la familia Compuestas o Asteraceae, cuya representación en Chile supera el centenar de especies, y cuya relevancia mundial (Pysek 1998) y nacional (Matthei 1995) como malezas<sup>1</sup> de importancia económica ha sido reconocida y destacada por otros autores (Pimentel *et al.* 2000). Específicamente, describimos y analizamos su riqueza taxonómica y geográfica, caracterizamos algunos atributos biológicos (ciclo y forma de vida) para los cuales tenemos información, y finalmente estudiamos el registro histórico de su presencia en Chile. Fundamentalmente, nuestro análisis se basó en 99 especies de Compuestas reconocidas como naturalizadas en el territorio, cuyos antecedentes históricos y biológicos se encuentran fragmentariamente descritos en la literatura botánica chilena y como muestras de herbario.

<sup>1</sup> El término "maleza" caracteriza a aquellas plantas cuya presencia o crecimiento es considerado indeseado. Habiendo en Chile plantas nativas que se consideran "malezas", en su mayor parte, las "malezas" se encuentran representadas por especies exóticas, donde las Compuestas constituyen la familia más numerosa (Matthei 1995).

## FLORA VASCULAR EXÓTICA DE CHILE, HISTORIA DEL REGISTRO BOTÁNICO

Para Chile no existe un registro acabado de la riqueza florística exótica. Es más, históricamente la colecta de especies exóticas no ha recibido mayor atención (C. Marticorena com. pers.), y en muchos eventos de colectas tales especies no han sido muestreadas. Esto es particularmente desconcertante en atención a la evidente importancia numérica y abundancia de especies exóticas en el territorio (Figueroa *et al.* 2004). Una reciente recopilación de información dispersa en la literatura ha revelado que la riqueza taxonómica de plantas exóticas alcanzaría a unas 3.000 especies en Chile (Castro, datos no publicados), cuya proyección numérica terminará por superar a la riqueza florística nativa, si es que ya no lo ha hecho. Por ejemplo, Rodríguez *et al.* (1983) reconocieron para el país aproximadamente 110 especies arbóreas nativas mientras que en una publicación más reciente Rodríguez *et al.* (2005) registraron 255 especies arbóreas para Chile. La diferencia numérica entre ambas publicaciones indica claramente que el número de especies exóticas ha superado a las nativas, al menos en esta forma de vida. Esta situación es particularmente interesante puesto que Rodríguez *et al.* (2005) reconocen la imposibilidad de considerar la totalidad de especies exóticas cuyo orden de magnitud hasta el momento no es conmensurable.

Actualmente, gran parte de esta diversidad está contenida en ambientes urbanos, suburbanos y rurales, y su persistencia depende en gran medida de la acción humana directa. Sin embargo, unas 800 especies han logrado naturalizarse (*sensu* Richardson *et al.* 2000) en el país, y algunas de ellas han podido invadir comunidades nativas (Montenegro *et al.* 1991). Por su creciente representación, importancia ecológica (Arroyo *et al.* 2000, Figueroa *et al.* 2004) y efectos no deseados en sectores productivos (Matthei 1995), el estudio de la flora naturalizada de Chile requiere mayor atención que la recibida históricamente.

La introducción de plantas en Chile tiene una larga historia (Figueroa *et al.* 2004, Castro *et al.* 2005). Los primeros registros de introducción de plantas han sido fechados en la época colonial, aunque en ausencia de colectas. De hecho, Gay (1845) infirió lo temprano de algunas introducciones a partir del nivel de expansión geográfica que algunas plantas mostraban en el territorio; por ejemplo este es el caso de *Anthemis cotula* (Asteraceae), una hierba anual de origen europeo y conocida en Chile

como "manzanillón" o "hierba hedionda". Esta especie fue colectada por primera vez en 1848 por Claudio Gay, quien, a juzgar por la expansión geográfica que esta especie mostraba en la época, estimó su introducción durante la Colonia chilena. Actualmente, *A. cotula* se encuentra distribuida entre la III Región de Atacama y la X Región de Los Lagos, siendo categorizada como maleza muy seria en cultivos agrícolas de acuerdo a Matthei (1995).

Durante el régimen colonial, Chile –al igual como la mayor parte de las colonias españolas– experimentó un desarrollo socio-económico restringido (Poeppig 1960). Por una parte, existía la prohibición de establecer vínculos comerciales con otros países europeos; por otra, el desarrollo de las principales actividades económicas (agricultura y minería) estaba centrado más bien en una escala de baja extensión e intensidad. A partir de la primera mitad del siglo XIX, la instauración del régimen republicano estimuló la exploración florística del territorio (Gay 1845-1854), así como el intercambio comercial internacional; se incentivó la agricultura y la ganadería, iniciativas que habrían permitido la importación de numerosas especies de cultivos, malezas y plantas ornamentales (Castro *et al.* 2005). Varias de estas especies, introducidas con fines agrícolas y ornamentales terminaron naturalizándose y propagándose a lo largo de Chile.

Estos acontecimientos históricos dejaron una impronta en el registro botánico de la flora naturalizada en general (Castro *et al.* 2005) y las Compuestas en particular (Figura 2). Efectivamente, el registro acumulado de las primeras colectas de Compuestas realizadas en Chile revela que a partir de la mitad del siglo XIX hasta la fecha,

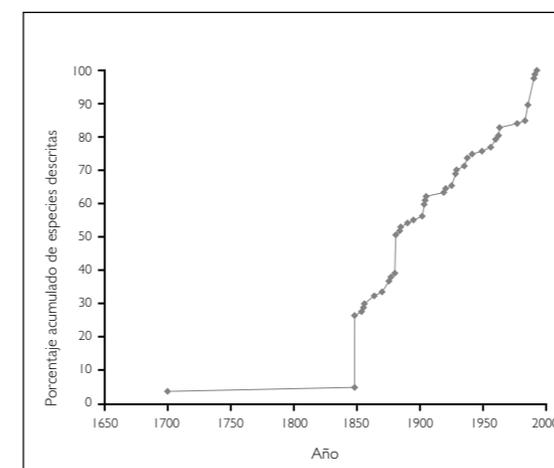


Figura 2. Frecuencia acumulada de la descripción de Compuestas naturalizadas.

ha aumentado sostenidamente el número de compuestas naturalizadas en el país. En coincidencia con los antecedentes históricos, el registro comienza a crecer rápidamente a partir de la mitad del siglo XIX, mientras que previo a este momento la tendencia muestra una escasa representación de especies naturalizadas. Un aspecto que llama la atención es la relativa constancia en la tasa de registro de Compuestas la cual parece aumentar linealmente a razón de una especie cada dos años. Esta situación revela que la introducción de especies es un fenómeno de creciente importancia en el territorio, máxime si está lejos de poder ser controlado o detenido.

## DIVERSIDAD Y TAXONOMÍA

La diversidad global de Compuestas alcanza las 23.000 especies (Judd *et al.* 2002). En Chile existen entre 830 y 860 especies nativas (Marticorena & Quezada 1985, Moreira-Muñoz este número). A través del presente estudio hemos constatado la presencia de 99 especies naturalizadas, número que se desprende al considerar básicamente las indicadas por Matthei (1995) y Arroyo *et al.* (2000), corregir su sinonimia y actualizarlas a la nomenclatura actual.

Las Compuestas naturalizadas se adscriben a 58 géneros, de los cuales 43 (74,1%) son nuevos para Chile, mientras que los 15 (25,8%) géneros restantes ya estaban representados en forma natural en el país (Tabla 1, algunos ejemplos en Figura 3). De las 99 especies analizadas, 63 pertenecen a géneros exóticos, mientras que 36 especies pertenecen a géneros nativos anteriormente presentes en el territorio. Así, la mayor parte de las Compuestas naturalizadas constituyen "rarezas" taxonómicas debido a que pertenecen a géneros y especies completamente exóticos en el territorio. No obstante lo anterior, los géneros novedosos (es decir, exóticos) en Chile tienden a estar menos representados que los pre existentes, ya que en promedio contienen 1,4 especies, mientras que los segundos contienen 2,4 especies.

Estos antecedentes sugieren que la naturalización de especies de Asteráceas podría estar condicionada por la filiación taxonómica. De acuerdo a lo anterior, la probabilidad de naturalización de distintas especies de la familia sería mayor en aquellos géneros ya representados con especies nativas que aquellos géneros exóticos. Hasta ahora los mecanismos que podrían explicar esta relación son desconocidos. Sin embargo, podemos especular que

el parentesco taxonómico (en este caso a nivel genérico) está asociado a requerimientos biológicos y ambientales similares. Por lo tanto, una especie exótica perteneciente a un género nativo, ya representado en la flora chilena, podría exhibir mayor facilidad para naturalizarse al hallarse en un ambiente menos adverso.

La mayoría de los géneros de Compuestas naturalizadas sólo se encuentran representados por una especie. Los siguientes géneros presentan números de especies variables entre dos y cuatro taxa: *Acmella*, *Anthemis*, *Carduus*, *Carthamus*, *Chrysanthemum*, *Cirsium*, *Conyza*, *Hypochaeris*, *Lactuca*, *Tanacetum*, *Ambrosia*, *Calendula*, *Chamomilla*, *Leontodon*, *Xanthium*, *Cotula*, *Crepis* y *Sonchus*. Los más diversos presentan cinco especies, como es el caso de *Bidens*, *Centaurea*, *Hieracium* y *Senecio*. Estos cuatro géneros se encontraban originalmente en Chile. En todo caso la relación no es proporcional puesto que *Senecio* posee ca. de 220 especies nativas en Chile (Teillier & Marticorena este número), mientras que *Bidens*, *Centaurea* y *Hieracium* poseen entre 6 y 7 especies nativas.

Respecto del origen biogeográfico, la mayor parte de las Compuestas naturalizadas en Chile proceden de la Cuenca Mediterránea, que incluye principalmente el sur de Europa y norte de África (72% de las especies; Figura 3a).

Curiosamente, sólo el 10% de las Compuestas naturalizadas proviene de Sudamérica. El análisis por forma de vida, también arrojó un resultado desnivelado: para un total de 99 especies para las cuales existe registro, 98% de ellas fueron hierbas y solo 2% arbustos, mientras que en términos de su ciclo de vida, para 84 taxa para los cuales hubo registro hubo 51% taxa anuales, 33% perennes y 16% mostraron ciclo facultativo (Figura 3b).

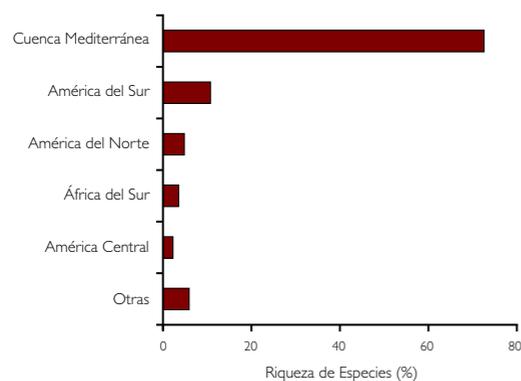


Figura 3a. Origen geográfico de las especies de Compuestas naturalizadas en Chile.

Tradicionalmente, los hábitos herbáceo y anual han sido atributos asociados con una mayor habilidad para naturalizarse y expandir la distribución geográfica en la flora exótica (Montenegro *et al.* 1991; Arroyo *et al.* 2000). Sin embargo, una reciente evaluación ha mostrado que estos rasgos no están relacionados con la extensión del rango geográfico de la flora naturalizada en Chile, situación que se extiende a las Compuestas (ver Castro *et al.* 2005); de



Figura 3b. Algunas Compuestas naturalizadas en Chile. Género representado en la flora nativa: A. *Senecio angulatus*; B. *Senecio sylvaticus*; Géneros novedosos, no representados en la flora nativa C. *Urospermum picroides*; D. *Sonchus asper*; E. *Cichorium intybus*.

esta manera, la sobre representación de hierbas anuales en la flora naturalizada de Chile constituye un área que requiere mayor investigación.

## DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

La distribución regional de compuestas naturalizadas en Chile (Figura 4) es similar a la distribución del resto de la flora naturalizada (Arroyo *et al.* 2000): la mayor parte de las especies se distribuyen en la porción central del territorio, mientras que hacia los extremos sur y norte la riqueza disminuye ostensiblemente. En efecto, entre la IV y la X regiones, la concentración de especies varía entre 34 y 60, mientras que en el extremo norte (I- III regiones) y sur (XI - XII regiones) este valor disminuye por debajo de las 22 especies por región. El patrón de distribución geográfica indica que las Compuestas naturalizadas ocupan en promedio 5 regiones, en un rango que varía entre una y 13 regiones ocupadas. La mayor parte de las especies, 18% se encuentra en sólo una región, mientras que sólo una especie ha sido documentada en todo Chile continental. Es interesante notar que varias especies muestran un hiato distribucional en la VI Región de O'Higgins (Figura 5), un hecho que probablemente se debe a la sub representación de esta región en las colectas. El reciente esfuerzo de muestreos y colectas realizados en torno a la iniciativa del Libro Rojo de esta región permitirá completar esta información (ver Ricci 2005).

El análisis de la distribución geográfica de Compuestas naturalizadas revela que las regiones del norte, centro y sur contienen diferentes ensambles de plantas, definidos por una flora particular y característica de cada región (Figura 6). Esta situación es posible ilustrarla empleando

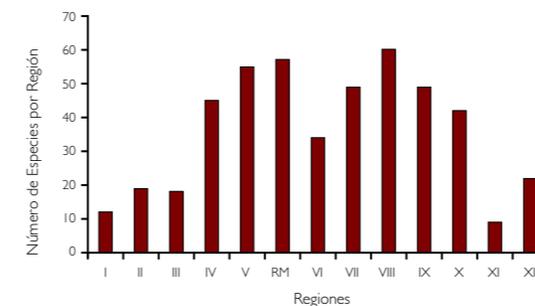


Figura 4. Número de Compuestas por región administrativa de Chile.

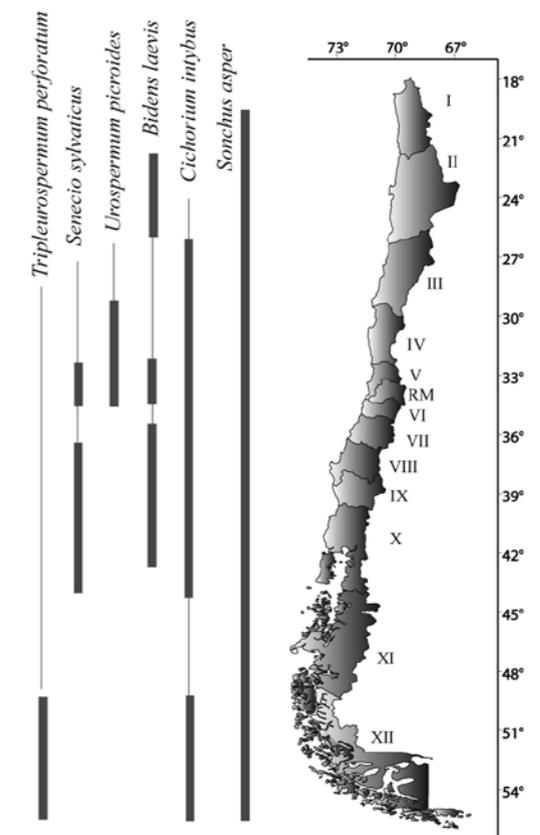
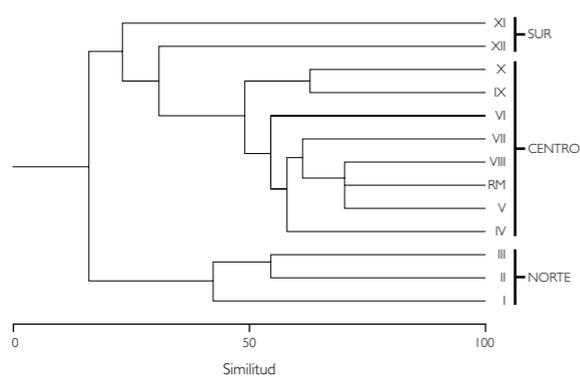


Figura 5. Ejemplos de distribución geográfica de Asteráceas naturalizadas en Chile.

técnicas de análisis multivariado, donde se reconoce una flora de Compuestas localizada al norte (incluye regiones I, II y III), centro (incluye regiones IV- X) y sur (incluye regiones XI y XII) del país; cada uno de estos conglomerados regionales se encuentra conformado por especies propias, no compartidas entre sí. Similares resultados han sido encontrados al analizar la totalidad de la flora naturalizada en Chile (Castro en prep.), por lo que se ha sugerido que esta regionalización puede constituir el efecto combinado de la historia de colonización y el escenario ambiental de cada región. La importancia de ambos factores es ampliamente desconocido.



**Figura 6.** Similitud regional (índice de Jaccard) calculada a partir de la flora de Compuestas naturalizadas en distintas regiones administrativas de Chile. El cladograma fue obtenido mediante el procedimiento UPGMA (McGarigal *et al.* 2000), sobre la matriz de similitud regional. Los conglomerados fueron reconocidos empleando procedimientos de remuestreo de la matriz distribucional de especies por región (Bootstrap: 1000 reasignaciones aleatorias sin repetición, Manly 1991). El análisis indica la emergencia de tres conglomerados regionales que llamamos Norte, Centro y Sur, los que se agrupan en relación a la similitud composicional de las Asteraceae presentes.

## CONSIDERACIONES FINALES

En Chile, la diversidad florística se ha visto incrementada notablemente por la introducción de especies exóticas. Dentro de esta flora, particular importancia tienen las Compuestas debido a que representa la familia con mayor riqueza específica, tanto en la flora nativa como naturalizada. Tras recopilar la información disponible para 99 especies de Compuestas, hemos constatado que la mayor parte de ellas pertenece a géneros no representados previamente en Chile (i.e. novedades taxonómicas), mientras que una menor proporción de ellas presenta especies nativas congénicas. No obstante lo anterior, en cuanto a número de especies los géneros exóticos en Chile están en promedio menos representados que los pre existentes, (1,4 v/s 2,4 especies). Este hecho sugiere que la probabilidad de establecimiento y naturalización está relacionada con la membresía taxonómica, siendo que especies exóticas introducidas al territorio tendrían mayores expectativas de naturalizarse en tanto estén previamente representadas al nivel de género en la flora nativa del país. Dentro de las Compuestas naturalizadas varias de estas especies son consideradas malezas, aunque su importancia económica y ecológica no ha sido cuantificada. Por la magnitud y tendencia histórica del registro botánico, proponemos que

son las invasiones biológicas y no las extinciones de especies nativas, el principal factor que modificará la biodiversidad florística de Chile durante los próximos decenios.

## LITERATURA CITADA

- Arroyo MTK, CM Marticorena, O Matthei & L Cavieres. 2000. Plant invasions in Chile: Present patterns and future predictions, pp. 385-421. En Mooney HA & R Hobbs (eds) *Impact of global change on invasive species*. Island Press.
- Belmonte J & M Vila. 2004. Atmospheric invasion of non-native pollen in the Mediterranean region. *American Journal of Botany* 91(8): 1243-1250.
- Castro SA, JA Figueroa, M Muñoz-Schick & FM Jaksic. 2005. The role of introduction date, biogeographic origin, and life cycle as determinants of geographic distribution of naturalized plants in continental Chile. *Diversity and Distributions* 11: 183-191.
- Chapin III FS, ES Zavaleta, VT Eviner, RL Naylor, PM Vitousek, HL Reynolds, DU Hooper, S Lavorel, OE Sala, SE Hobbie, MC Mack & S Díaz. 2000. Consequences of changing biodiversity. *Nature* 405: 234-242.
- Figueroa JA, SA Castro, PA Marquet & FM Jaksic. 2004. Invasión de plantas exóticas en la región mediterránea de Chile: causas, historia e impactos. *Revista Chilena de Historia Natural* 77: 465-483.
- Gay C. 1845-1854. *Historia física y política de Chile. Botánica (Flora chilena)*. 8 Volumes, 1 Atlas. Santiago y París.
- Judd WS, CS Campbell, EA Kellogg, PF Stevens & MJ Donoghue. 2002. *Plant systematics: a phylogenetic approach* (Segunda edición). Sinauer Associates, Inc.
- Kolar CS & DM Lodge. 2001. Progress in invasion biology: predicting invaders *Trends in Ecology and Evolution* 16: 199-204.
- Mack RN, D Simberloff, WM Lonsdale, Hevans, M Clout & FA Bazzaz. 2000. Biotic invasions: Causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecological Applications* 10: 689-710.
- Manly BFJ. 1991. *Randomization and Monte Carlo methods in Biology*. Chapman & Hall. London, New York, Tokyo, Melbourne, Madras.
- Marticorena C & M Quezada. 1985. Catálogo de la flora vascular de Chile. *Gayana Botánica* 42: 1-158.
- Matthei O. 1995. *Manual de las malezas que crecen en Chile*. Alfabet Impresores.

- McGarigal K, S Stafford & S Cushman. 2000. *Multivariate statistics for wildlife and ecology research*. Springer-Verlag, New York.
- Montenegro G, S Teillier, P Arce & V Poblete. 1991. Introduction of plants into the mediterranean-type climate area of Chile. En Grooves RM & F Di Castri. *Biogeography of Mediterranean Invasions*. Cambridge University Press. pp.103-115.
- Pimentel D, L Lach, R Zuniga & D Morrison. 2000. Environmental and Economic costs of nonindigenous species in the United States. *BioScience* 50:53-65.
- Poeppig E. 1960. *Un testigo en la alborada de Chile (1826-1829)*. Santiago.
- Pysek P. 1998. Is there a taxonomic pattern to plant invasions? *Oikos* 82: 282-294.
- Ricci M. 2005. Esfuerzos por conservar la biodiversidad de la Región de O'Higgins: Libro Rojo de la flora y fauna regional. *Revista Chagual* 3: 38-40.
- Richardson DM, P Pysek, M Rejmanek, MG Barbour, FD Panetta & CJ West. 2000. Naturalization and invasion of alien plants: Concepts and definition. *Diversity and Distributions* 6: 93-107.
- Rodríguez R, O Matthei & M Quezada. 1983. *Flora arbórea de Chile*. Editorial Universidad de Concepción.
- Rodríguez R, E Ruiz & JP Elissetche. 2005. *Árboles en Chile*. Editorial Universidad de Concepción.
- Sala OE, FS Chapin III, JJ Armesto, E Berlow, J Bloomfield, M Dirzo, E Huber-Sanwalb, LF Huenneke, RB Jackson, A Kingzig, R Leemans, DM Lodge, HA Mooney, M Oesterheld, NL Poff, MT Sykes, BH Walker, M Walker & DH Wall. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 287: 1770-1774.
- Vermeij GJ. 1996. An agenda for invasion biology. *Biological Conservation* 78:3-9.
- Vitousek PM. 1992. Global environmental change: an introduction. *Annual Review of Ecology and Systematics* 23:1-14.
- Vitousek PM. 1994. Beyond global warming: ecology and global change. *Ecology* 75: 1861-1876.
- Vitousek PM, CM D'Antonio, LD Loop, M Rejmánek & R Westbrooks. 1997. Introduced species: a significant component of human-caused global change. *New Zealand Journal of Ecology* 21:1-16.
- Williamson M. 1996. *Biological invasions*. Chapman & Hall.



GÉNERO	ESPECIE	AUTOR (ES)	CICLO DE VIDA	ORIGEN	AÑO DE COLECTA	NOMBRE COMÚN	I	II	III	IV	V	RM	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<i>Lactuca</i>	<i>serriola</i>	L.	anual/bianual o perenne	Eu	1905	Lechugilla, ñilhue	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
<i>Lapsana</i>	<i>communis</i>	L.	anual/bianual o perenne	Euroasiática	1885	Lapsana	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Leontodon</i>	<i>autumnalis</i>	L.	perenne	Eu	1990	Fall dandelion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Leontodon</i>	<i>hirtus</i>	L.	perenne	Eu	1990	Rough hawkbit	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Leontodon</i>	<i>soxatilis</i>	Lam.	perenne	Eu	1963	Chinilla	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Leucanthemum</i>	<i>vulgere</i>	Lam.	perenne	Eu	1875	Margarita, margarita mayor	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0
<i>Logfia</i>	<i>gallica</i>	(L.) Cos. et Germ.					0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Onopordum</i>	<i>acanthium</i>	L.	bianual	Eu	1881	Cardo	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Picris</i>	<i>echinoides</i>	L.	anual	Eu	1928	Buglosa, lechugilla	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Pseudognaphalium</i>	<i>luteoalbum</i>	(L.) Hillard et B.L. Burt	anual	Eu	1848	Viravira	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Scalymus</i>	<i>hispanicus</i>	L.	perenne	Eu del S	1881	sin nombre	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Senecio</i>	<i>angulatus*</i>	L.f.					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Senecio</i>	<i>aquaticus ssp. barbajefolius</i>	(Wimmer et Grab.) Walters	anual/bianual o perenne	Eu	1925	Senecio	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
<i>Senecio</i>	<i>mikanoides</i>	Otto ex Walp.	perenne	Am del S	1949	German ivy	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Senecio</i>	<i>syriacus</i>	L.	anual	Eu	1895	Senecio	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Senecio</i>	<i>vulgaris</i>	L.	anual	Eu	1854	Hierba cana, senecio, ñilhue chico	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Silybum</i>	<i>marianum</i>	(L.) Gaertn.	anual	Eu	1848	Cardo mariano, cardo blanco, cardo santo, cardo asnal, alacchofa	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Sonchus</i>	<i>asper</i>	(L.) Hill	anual o bianual	Eu	1848	Ñilhue caballuno, ñilgue, serraja, choichol	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Sonchus</i>	<i>oleraceus</i>	L.	anual	Eu	1848	Ñilhue, ñilhue caballuno, ñilgue, cenrajilla, serraja, soncho	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Sonchus</i>	<i>tenerimus</i>	L.	anual/bianual	Eu	1864	Ñilhue, soncho	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Sonchus</i>	<i>oleraceus</i>	L.	perenne	Eu	1848	Huerca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Spiranthes</i>	<i>leucarpa</i>	DC.	perenne	Am del S	1850	sin nombre	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tagetes</i>	<i>drucoides*</i>	Schrad.					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tanacetum</i>	<i>parthenium</i>	(L.) Sch.Bip.	perenne	Eu	1848	Alamisa, ajeno extranjero	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Tanacetum</i>	<i>vulgere</i>	L.	perenne	Eu	1928	Plumilla, ajeno chileno	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
<i>Tanacetum</i>	<i>officinale</i>	Weber ex F.H. Wigg.	perenne	Eu	1870	Amargón, diente de león, lechugilla	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Tolpis</i>	<i>barbata</i>	(L.) Gaertn.	anual	Eu	1881	sin nombre	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Tragopogon</i>	<i>parrifolius</i>	L.	anual/bianual	Eu	1881	Salsifí	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Tripleurospermum</i>	<i>perforatum</i>	(Mérat) Lainz	anual	Eu	1903	Scintless chamomile	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Urospermum</i>	<i>picoides</i>	(L.) Scop. ex F.W. Schmidt	anual	Eu del S	1881	sin nombre	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Xanthium</i>	<i>catharticum</i>	Kunth			1902	Clonqui, abrojo, cepacaballo	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Xanthium</i>	<i>canadense</i>	Schouw ex Dider.					0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Xanthium</i>	<i>spinosum</i>	L.	anual	Am del S	1848	Clonqui, concul, abrojo, cepacaballo	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

## El género *Senecio* (Asteraceae): el más diverso de Chile

Sebastián Teillier  
Escuela de Arquitectura del Paisaje  
Universidad Central  
steilliera@yahoo.com.ar

Alicia Marticorena  
Departamento de Botánica  
Universidad de Concepción  
amartic@udec.cl

*Dedicado a Ángel Cabrera,  
uno de los botánicos sistemáticos más importantes de Argentina y Latinoamérica.*

### SENECIO EN EL MUNDO

El género *Senecio* fue establecido por Linneo, el padre de la taxonomía, en su *Genera Plantarum* (1754). El nombre, acuñado por Tournefort en 1700, proviene del latín *senex*, 'anciano', en referencia a que en la época de fructificación los individuos semejan una cabellera encanecida debido a la abundancia de pelos blancos que forman el vilano de los aquenios.

De acuerdo con Mabberley (1987), el número de especies del género *Senecio* llegaría a 1.500; es decir, es uno de los más ricos del mundo en este sentido. Durante los últimos años ha existido una tendencia a transferir especies a géneros afines como *Kleinia*, *Cineraria*, *Ligularia* y *Acrisione*—este último, endémico de Chile—. Con los géneros nombrados y otros como *Werneria*, *Chersodoma* y *Erechtites*, entre los presentes en Chile, forma la tribu Senecioneae, parte de la subfamilia Asteroideae, ubicada en la familia de las Asteraceae o Compositae.

El género es cosmopolita y su distribución sólo excluye la Antártica. Sin embargo, sus especies crecen de preferencia en los bosques templados y en las praderas situadas por sobre la línea de los bosques, en las montañas.

Las especies de *Senecio* presentan casi todas las formas de crecimiento conocidas: arbustos, lianas, hierbas perennes y hierbas anuales. Existen especies adaptadas para crecer en

ambientes áridos, con hojas o tallos suculentos, y también hierbas definitivamente acuáticas.

Para defenderse de sus predadores sintetizan sustancias químicas como los alcaloides pirrolizidínicos; sin embargo, así y todo, algunas especies son consumidas por lepidópteros que usan esos alcaloides como precursores de feromonas, señales químicas que sirven para facilitar los emparejamientos o para que las larvas adquieran mal gusto.

El género comprende algunas especies ornamentales—como *Senecio cineraria* y *Senecio argentatus*—, que se cultivan por sus flores decorativas. *Senecio articulatus*, *Senecio mandraliscae* y *Senecio rowleyanus* son plantas con tallos u hojas suculentas muy buscadas por los coleccionistas.

### DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DEL GÉNERO

El género *Senecio* presenta especies leñosas, arbustos, árboles e incluso trepadoras y hierbas perennes o anuales. Los ejemplares poseen hojas alternas, simples, enteras o con las láminas muy segmentadas, glabras o cubiertas por una gran diversidad de indumento. La inflorescencia es una cabezuela (o capítulo)—característica de la familia Asteraceae (Compositae)— solitaria o agrupada para dar



Figura 1. *Senecio cerberanus*. Cabezuelas radiadas con flores marginales liguladas y flores centrales tubuladas.

origen a una nueva inflorescencia. Las cabezuelas pueden ser radiadas (Figura 1) o discoideas (Figura 2); estas últimas caracterizan, al parecer, a las especies con polinización por viento o con tendencia a la autopolinización. Las flores son amarillas, blancas o rosadas. Una característica propia del género es que el involucre de las cabezuelas tiene sólo una serie de brácteas (Figura 3). El fruto es seco e indehiscente (aquenio) y tiene un vilano de pelos que favorece su dispersión por el viento (Figura 4).

## SENECIO EN CHILE CONTINENTAL

### Historia taxonómica

El primer espécimen del género atribuible a nuestro país parece haber sido colectado por Commerson, botánico de la expedición de Bougainville, en el estrecho de Magallanes, entre fines de 1767 y comienzos de 1768. La planta llegó a manos de Vahl, un botánico escandinavo discípulo de Linneo, quien la describió como *Cacalia candicans* en 1794; luego, en 1837, fue transferida a *Senecio* y publicada por el francés A. P. De Candolle como *Senecio candicans* DC no *Senecio candicans* Wall (Figura 5). La misma zona fue visitada posteriormente por otros naturalistas, y muchas de las especies de *Senecio* colectadas por ellos fueron descritas por los británicos W. J. Hooker y G. Arnott.

Para la zona central, la primera colecta conocida podría ser una de A. von Chamisso en el puerto de Talcahuano (VIII Región), en 1816, descrita como *Senecio chilensis* por Lessing en 1831. Las colectas de E. Poeppig, naturalista austriaco que permaneció en el país entre 1827 y 1829,



Figura 2. *Senecio leucus*. Cabezuelas discoideas, sólo con flores tubuladas. Foto: C. Smith.

y las de C. Bertero, botánico italiano que colectó entre 1828 y 1829, fueron importantes para el conocimiento de los *Senecio* de esta zona. De las colecciones de Poeppig se describieron especies como *Senecio fistulosus* Less., conocida vulgarmente como "hualtata" (Figura 6), colectada por primera vez en Quintero, y *Senecio sinuatilobus* DC., cuyo ejemplar tipo es de Concón (Figura 7). De las de Bertero podemos citar a *Senecio adenotrichius* DC., colectada en Quillota (V Región, Figura 8), y a *Senecio viscosissimus* Colla, de Valparaíso (Figura 9).

Para el norte del país, la primera especie conocida al parecer sería *Senecio haenkei* DC. (Figura 10), colectada por T. Haenke, botánico de la expedición española de Malaspina, que estuvo en Chile en 1790. La localidad precisa del tipo de la especie es desconocida, pero es posible que

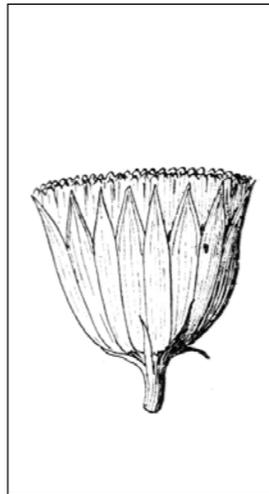


Figura 3. Involucro con una sola serie de brácteas. Tomado de Cabrera, 1949.

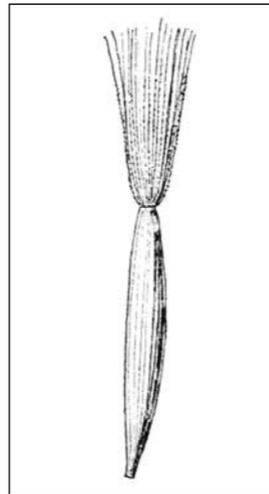


Figura 4. Fruto, un aquenio provisto de un vilano de pelos (papus) en el ápice. Tomado de Cabrera, 1949.

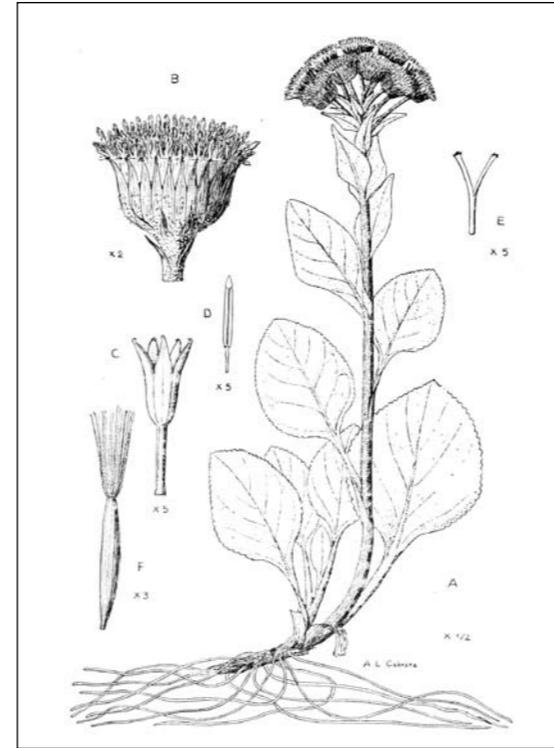


Figura 5. *Senecio candicans*, la primera especie del género colectada en Chile, por Commerson, en 1767. Tomado de Cabrera, 1949.

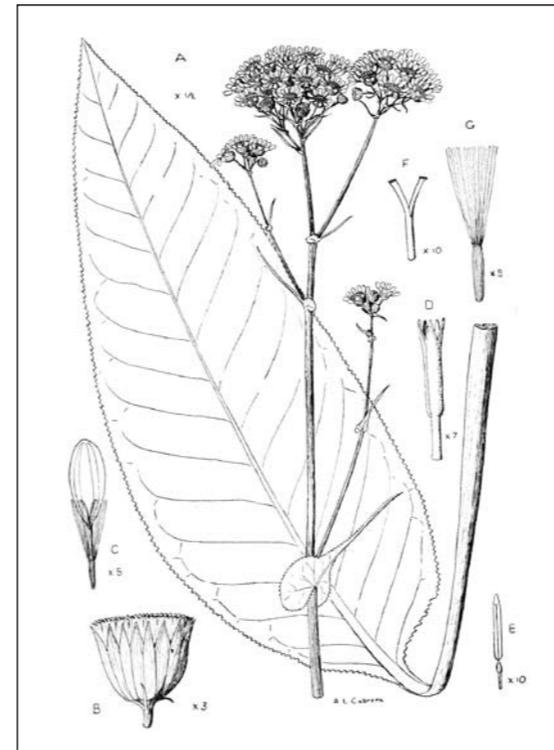


Figura 6. *Senecio fistulosus*. El tipo fue colectado por E. Poeppig, en 1828, cerca de Quintero. La hualtata fue una de las primeras especies colectadas en Chile central. Tomado de Cabrera, 1949.



Figura 7. *Senecio sinuatilobus*, el tipo de es de E. Poeppig y fue colectado en Concón, en 1828.



Figura 8. *Senecio adenotrichius*, el ejemplar tipo fue colectado por C. Bertero en Quillota, en 1829.



Figura 9. *Senecio viscosissimus*, colectado por C. Bertero en la zona de Valparaíso en septiembre de 1830.



Figura 10. *Senecio haenkei*, el primero en ser colectado y descrito para el norte de Chile. Colectado por T. Haenke en 1790. Foto: C. Smith.

haya sido colectada al interior de Coquimbo, donde recaló en abril de ese año.

El número de especies conocidas del género se acrecentó con los trabajos de C. Gay, quien exploró el territorio entre las provincias de Atacama y Chiloé entre 1828 y 1841. Entre 1845 y 1854 publicó la primera flora integral de Chile. Sus colectas de plantas pertenecientes al género *Senecio* fueron descritas por su compatriota J. Remy. Aun hoy, más de veinte nombres propuestos en esa obra se consideran como combinaciones válidas.

Entre 1853 y 1904, R. A. Philippi realizó una importantísima contribución al conocimiento de las especies chilenas de *Senecio*, particularmente al de las provincias de Tarapacá, Antofagasta y Atacama. Hoy, más de sesenta de sus combinaciones permanecen vigentes.

La primera revisión moderna del género se debe a A. L. Cabrera, botánico argentino de origen español, quien en 1949 publicó una monografía en la revista *Lilloa*, del Instituto de Botánica Miguel Lillo de Tucumán, Argentina. El trabajo presenta claves para la identificación de las especies y está muy bien ilustrado. En su revisión aclaró muchas de las dudas taxonómicas existentes y describió más de veinte especies. Un hecho notable es que dedicó muchas de ellas a colegas chilenos y argentinos contemporáneos.

Posteriores a la revisión de Cabrera (1949), podemos citar las contribuciones de los botánicos chilenos M. Ricardi y C. Marticorena, quienes entre 1960 y 1970 describieron cerca de diez nuevas especies del norte de Chile. La última especie publicada (1998) es *Senecio botijae* C. Ehrh.

Recientemente, Rovito *et al.* (2004) estudiaron la distribución geográfica de 130 especies de *Senecio* entre los 30° y los 38° S, con el fin de mejorar el conocimiento de la biogeografía de Chile mediterráneo y utilizar los resultados para ubicar las áreas que se deben proteger para una conservación más eficiente de su flora.



Figura 11. *Senecio glaber*, un arbusto andino que presenta una de las distribuciones más amplias en latitud. Foto: P. García.

### Riqueza y endemismo en el Chile continental

De acuerdo con Marticorena (1990), en Chile se encuentran 223 especies. A ellas habría que agregar a *Senecio botijae*, descrita después de la publicación del trabajo mencionado. En la Tabla 1 se muestra la riqueza de especies de *Senecio* por región administrativa, obtenida con base en los estudios disponibles. Llama la atención que la riqueza de especies de *Senecio*, tanto al nivel nacional como de las regiones administrativas, equivalga a cerca de un 4% de las especies del país en el primer caso o de cada región, en el segundo. Sería interesante el ejercicio de predecir la riqueza de otras regiones administrativas a partir del número de especies de *Senecio* registradas en ellas.

Tabla 1. Riqueza de especies regional y nacional de *Senecio* en Chile continental

Región	Riqueza* n.º (%)	Fuente
Tarapacá (I)	35 (4,6%)	Gajardo (1997)
Antofagasta (II)	45 (4,2%)	Marticorena <i>et al.</i> (1998)
Atacama (III)	41 (3,7%)	Tobar (1998)
Coquimbo (IV)	68 (3,9%)	Marticorena <i>et al.</i> (2001)
Magallanes (XII)	36 (4,0%)	Henríquez <i>et al.</i> (1995)
Chile	223 (4,3%)	Marticorena (1990)

\* N° de especies y porcentaje del total de especies regional.

La flora de Chile continental presenta un 45,8% de especies endémicas; las especies de *Senecio* alcanzan un grado de endemismo similar: 47%.

Existen 5 especies alóctonas asilvestradas: *Senecio angulatus* y *Senecio mikanioides* son plantas ornamentales asilvestradas; *Senecio aquaticus* y *Senecio sylvaticus* son hierbas de origen europeo que han invadido praderas silvestres; y *Senecio vulgaris* es una hierba anual de amplia distribución geográfica y ecológica, frecuente incluso en las ciudades (Matthei, 1995).

Desde el punto de vista de la distribución en el país, las especies con mayor amplitud latitudinal son *Senecio fistulosus*, que crece en los humedales desde la IV hasta la X Región, y *Senecio glaber* (Figura 11), con una distribución regional similar a la anterior, pero en las cordilleras. En el extremo opuesto, existen unas 35 especies que han sido colectadas en una sola localidad o en un rango geográfico muy restringido.

### Riqueza y endemismo de especies por ecorregión

Los límites geográficos así como una pequeña caracterización de la vegetación de las ecorregiones se muestra en el recuadro.

Recuadro. Ecorregiones vegetales de Chile.

<b>Ecorregión del desierto</b> Se extiende por la costa desde la Región de Tarapacá (19° 37'S), comprendiendo los oasis de neblina de Pisagua, Iquique, Tocopilla, Cerro Moreno-La Chimba, en Antofagasta, y la franja costera entre Miguel Díaz-Paposo y la cuenca del Huasco (28° S). Por el interior, los límites son similares. En el extremo norte, la franja alcanza hasta el límite occidental e inferior del altiplano.
<b>Ecorregión mediterránea norte</b> Desde la cuenca del río Huasco (28° S) hasta la del río Choapa (32° S). Desde el punto de vista de la vegetación, coincide con el sector norte de distribución del matorral esclerófilo (Gajardo, 1994).
<b>Ecorregión mediterránea central</b> Desde la cuenca del río Choapa hasta la del Bío Bío, particularmente en el valle central y en las precordilleras. Desde el punto de vista de la vegetación, coincide con la distribución del bosque esclerófilo.
<b>Ecorregión del bosque templado</b> Entre la cuenca del Bío Bío y el sector occidental de la Región de Magallanes. Agrupa los bosques templados, tanto caducifolios como siempreverdes.
<b>Ecorregión de la estepa patagónica</b> Se extiende en la región oriental de la cordillera de los Andes, aisladamente en la Región de Aysén y luego en forma más continua en la de Magallanes.
<b>Ecorregión de los Andes de la puna</b> Abarca la cordillera de los Andes desde el límite con el Perú (18° S) hasta la cordillera del norte de la Región de Atacama (III), aproximadamente en la latitud de 27° S. Comprende matorrales arbustivos y estepas herbáceas.
<b>Ecorregión de los Andes del desierto</b> Se extiende entre los 27° S y la cuenca del río Limarí (31° S).
<b>Ecorregión de los Andes mediterráneos</b> Se encuentra entre la cuenca del río Limarí y aproximadamente la cordillera de los Andes de Talca y Linares (36° S).
<b>Ecorregión de los Andes australes</b> Desde el límite de la anterior hasta la cordillera de la Región de Magallanes.



Figura 12. *Senecio crithmoides*, una especie de los Andes mediterráneos de Chile Central. Foto: P. García.

Tabla 2. Distribución de las especies del género *Senecio* en las ecorregiones de Chile continental.

Ecorregión	Riqueza de especies (n.º)	Endémicas de Chile (n.º)	Endémicas restringidas* (n.º)	Nativas en Chile (n.º)
Desierto	15	15	7	0
Mediterráneo norte	19	19	3	0
Mediterráneo central	21	20	5	1
Bosque templado	17	6	1	11
Estepa patagónica	24	0	0	24
Andes de la puna	41	13	4	27
Andes del desierto	20	15	4	0
Andes mediterráneos	47	23	8	24
Andes australes	17	5	3	12

\* Especies conocidas sólo en una a dos localidades muy próximas entre sí. Fuentes: Ecorregiones; elaborado por los autores con base en los trabajos de Pisano (1965), Gajardo (1998) y Luebert & Pliscoff (2006). Especies y distribución geográfica: Cabrera (1949) y base de datos del Departamento de Botánica de la Universidad de Concepción.

### Riqueza

De los datos mostrados en la Tabla 2 se obtiene que 125 especies de *Senecio* crecen en las ecorregiones andinas y 96 en las ubicadas a menor altitud. La mayor riqueza de especies para una ecorregión se registró en la de los Andes mediterráneos (47 especies), en tanto que la menor se registró en la del desierto (15 especies).

En relación con las ecorregiones de altura, los Andes mediterráneos (IV-VII regiones), con 47 especies de *Senecio* (ej. *Senecio crithmoides*, Figura 12 y *Senecio looserii*, Figura 13), y los puneños (I y II regiones) con 40, presentaron



Figura 13. *Senecio looserii*, una especie de los Andes mediterráneos de Chile central. Foto: P. García.



Figura 14. *Senecio volckmannii*, un arbusto de los Andes de Vallenar, Región de Atacama.



Figura 15. *Senecio patagonicus*, arbusto de la ecorregión de la Patagonia.

las riquezas más altas; las de menor riqueza son los Andes desérticos (II-IV regiones) con 20 (ej. *Senecio volckmannii*, Figura 14), y los australes (VIII-XII regiones), con 17 (Ej. *Senecio patagonicus*, Figura 15). Algunos autores como Stevens (1989) proponen que la riqueza de especies disminuye en ambos hemisferios de la Tierra desde el Ecuador hacia los polos; sin embargo, en el caso de los *Senecio* andinos las mayores riquezas se encontraron en los Andes centrales, entre el valle del Limarí y la cordillera de Linares (31°-35° 30' S). El efecto de la "desertización" de los Andes (Villagrán *et al.* 1983) explica que los Andes entre Taltal y el río Limarí, ubicados más al norte que los mediterráneos (25° 30'-31° S), tengan una riqueza más baja que los Andes mediterráneos; empero, esto no explica que los Andes puneños sean ligeramente menos ricos que los mediterráneos. Conforme con lo esperado por Stevens

(1989), el menor número de especies de *Senecio* se registra en los Andes australes, al sur de los 35° 30' S.

Entre las ecorregiones no andinas, el patrón de riqueza de *Senecio* es similar al de las andinas. Destaca la mediterránea central (32°-38° S) con 24 especies (*Senecio cerberuanus*, Figura 16), mientras que las del desierto (18°-29° S) y las del bosque templado (38°-Tierra del Fuego) son las que tienen menores riquezas.

#### Endémicas de Chile por ecorregión

Los resultados de la Tabla 2 muestran que las ecorregiones con mayor número de especies endémicas de Chile son las del desierto, de los Andes del desierto y del mediterráneo norte, donde tienen ese carácter todas las



Figura 16. *Senecio cerberuanus*, una especie frecuente en el litoral de la ecorregión central-mediterránea.

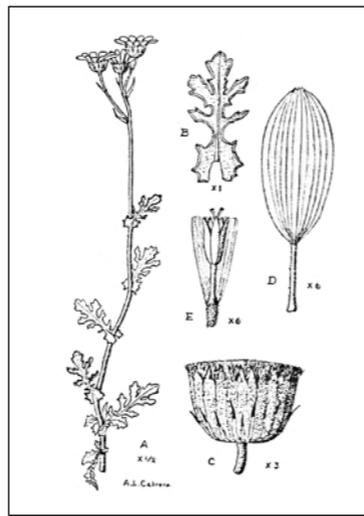


Figura 17. *Senecio antofagastanus*, una especie endémica del morro Moreno, cerca de la ciudad de Antofagasta. Tomado de Cabrera, 1949.

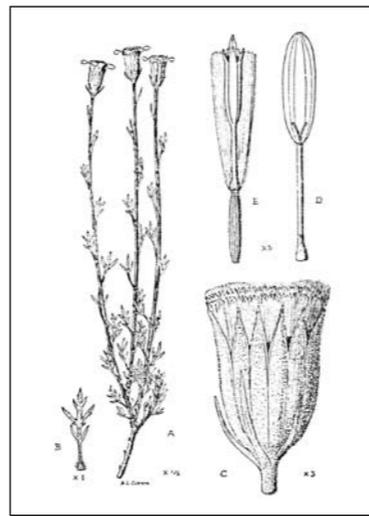


Figura 18. *Senecio espinosae*, una especie endémica de la cordillera de Curicó (La Montaña en el cajón del río Tenó). Tomado de Cabrera, 1949.

especies que crecen en ellas. Un número alto lo presenta también la ecorregión mediterránea central.

Los menores números de especies endémicas de Chile se registran en la estepa de la Patagonia (XI-XII regiones), condición donde no crecen especies de *Senecio*, así como en el bosque templado, en los Andes australes y en los Andes puneños donde su número es muy bajo. Los datos confirman que las ecorregiones más aisladas de los países vecinos presentan niveles más altos de endemismo que las áreas limítrofes. Un caso especial son los Andes mediterráneos, con casi un 44% de especies endémicas de Chile, cifra relativamente alta si se considera que es un área limítrofe, aunque es posible que muchas de las especies consideradas como endémicas pierdan esa categoría luego de exploraciones más intensas en la República Argentina.

En relación con las especies que tienen áreas de distribución muy reducidas (que llamamos "endemismos restringidos"), destacan 7 especies del desierto del norte del país; entre ellas, *Senecio antofagastanus*, endémica del morro Moreno (Figura 17); *Senecio philippicus*, de la costa de Pajoso; y *Senecio pseudoalmeidae* y *Senecio troncosi*, de la costa de Taltal, todas en la Región de Antofagasta (II). Otra área con endemismos de este tipo son los Andes mediterráneos, particularmente la cordillera de los Andes en la Región del Maule (VII), donde crecen, entre otras, *Senecio barrosianus* y *Senecio espinosae* (Figura 18) en la cordillera de Curicó, y *Senecio shoenemannii* y *Senecio linaresensis* en la de Linares. Ninguna de las especies indicadas ha sido considerada como amenazada (Benoit, 1989). Asimismo, se tiene información sobre los endemismos restringidos de la Región de Coquimbo (IV): *Senecio benaventianus*, *Senecio coquimbensis*, *Senecio elquiensis*, *Senecio hickenii*, *Senecio jilesii* y *Senecio munnozii* se encuentran en diferentes categorías de conservación (Squeo *et al.*, 2001).

#### Formas de crecimiento de los *Senecio*

Los datos de la Tabla 3 muestran que a nivel nacional más de 80% de las especies de *Senecio* corresponden a arbustos. Estos comprenden desde arbustos grandes (de hasta 150 cm de altura) hasta arbustos enanos, con crecimiento achaparrado. Desde el punto de vista de las formas de vida de Raunkiaer (1937), los primeros se clasifican como nanofanerófitos (Figura 19, *Senecio crepidioides*) y los segundos como caméfitos (*Senecio algens*, Figura. 20). La segunda forma de crecimiento más común corresponde a las hierbas perennes, hemicriptófitas en el sistema de Raunkiaer, que

Tabla 3. Formas de crecimiento de las especies de *Senecio* en Chile.

Ecorregión	Arbusto n° (%)	Hierba perenne n° (%)	Hierba anual n° (%)
Desierto	14 (93)	0 (0)	1 (7)
Mediterráneo norte	19 (100)	0 (0)	0 (0)
Mediterráneo central	20 (95)	1 (5)	0 (0)
Bosque templado	7 (42)	10 (58)	0 (0)
Estepa patagónica	15 (63)	9 (37)	0 (0)
Andes de la puna	31 (78)	9 (22)	0 (0)
Andes del desierto	19 (95)	1 (5)	0 (0)
Andes mediterráneos	45 (100)	0 (0)	0 (0)
Andes australes	13 (76)	4 (24)	0 (0)
Nacional	184 (83,5)	36 (16)	1 (0,5)

Fuentes: Ecorregiones; elaborado por los autores con base en los trabajos de Pisano (1965), Gajardo (1998) y Luebert & Pliscoff (2006). Especies, formas de crecimiento y distribución geográfica: Cabrera (1949) y base de datos del Dpto. de Botánica de la U. de Concepción.



Figura 19. *Senecio crepidioides*, un arbusto (nanofanerófito), frecuente en la ecorregión del desierto. Foto: P. García.



Figura 20. *Senecio algens*, una especie del Altiplano (ecorregión de la Puna), una caméfito con crecimiento como un cojín.



Figura 21. *Senecio smithii*, una hierba perenne (hemicriptófito) de los bosques australes. Foto: G. Aldunate.



Figura 22. *Senecio zoellneri*, hierba perenne (hemicriptófito) de la ecorregión de la Puna. Foto: H. Niemeyer.

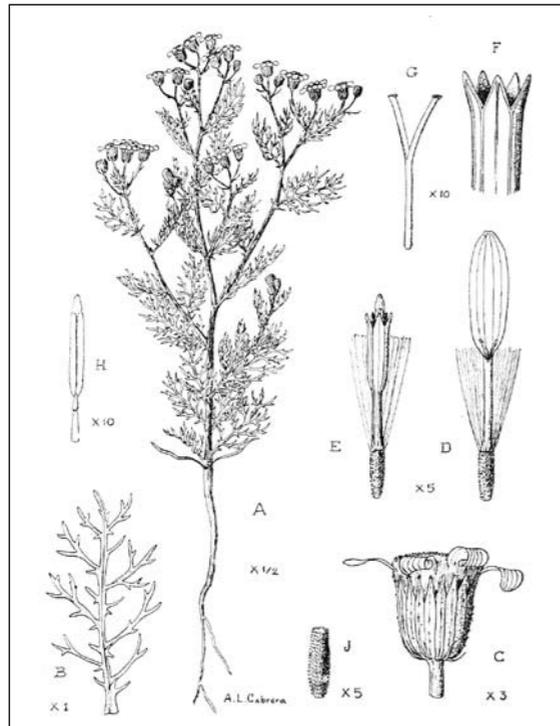


Figura 23. *Senecio trancosi*, única hierba nativa anual del género en Chile. Especie de la ecorregión del desierto. Tomado de Cabrera, 1949.

sobreviven a la estación desfavorable del año mediante rizomas poco profundos de los que rebrotan cada año (Figura 21, *Senecio smithii*; Figura 22, *Senecio zoellneri*). Existe sólo una especie clasificada como hierba anual, *Senecio trancosi*, del desierto costero del norte del país (Figura 23).

Si se analizan las formas de crecimiento por ecorregión se observa que los arbustos dominan en la mayoría de ellas, particularmente en las ubicadas en el norte y centro del país –como el desierto, los Andes del desierto, el mediterráneo norte (costa e interior del Norte Chico) y los Andes mediterráneos–. La presencia dominante de arbustos en el desierto resulta interesante, ya que allí lo esperable es que dominen las hierbas anuales, prácticamente ausentes en Chile (véase *Senecio trancosi*, Figura 23). La misma tendencia se encuentra algo más al sur, en el Norte Chico. En ambos casos se trata de arbustos caducifolios en verano, capaces de resistir en estado latente sequías de más de un año. En la ecorregión mediterránea central también son dominantes los arbustos; se encuentra sólo una hierba perenne *Senecio fistulosus*, que crece en los humedales.

La dominancia de arbustos en los Andes desérticos fue encontrada por Arroyo *et al.* (1988) para la cordillera de Antofagasta y Copiapó; ellos postulan que es la mejor adaptación a un medio seco y frío como ese. La situación en los Andes mediterráneos es más o menos similar; sin embargo, llama la atención que, a pesar de un mejoramiento de las condiciones de humedad, las hierbas perennes estén completamente ausentes. Estas son dominantes sólo en los bosques templados, de acuerdo con lo esperado en cuanto a disponibilidad de humedad (véase *Senecio smithii*, Figura 21). Al respecto, los estudios del botánico escandinavo Raunkiaer en Europa demostraron, hace muchos años, que en ambientes temperado-húmedos las hemicriptófitas constituyen una de las formas de vida más frecuentes. Esta situación se ilustra con los *Senecio* de la flora de Europa (Chater & Walters, 1976), donde las hierbas perennes alcanzan casi a 70% de las especies, seguidas por las anuales (18%) y los arbustos con 13%.

## CONCLUSIONES

Las especies de *Senecio* crecen en todas las ecorregiones del país. Son más frecuentes en la ecorregión de la puna y en los Andes mediterráneos del centro del país.

Niveles altos de endemismo, de hasta 100%, se encuentran en las ecorregiones del norte asociadas a la

presencia del desierto de Atacama, incluidas las del litoral e interior de la Región de Coquimbo (IV).

La ecorregión del mediterráneo central alcanza a 96% de especies endémicas. En relación con éstas, a pesar de que ninguna ha sido incluida por ahora entre las especies amenazadas de Chile (Benoit, 1989), se recomienda su cultivo en el Jardín Botánico Chagual para conocerlas mejor y evaluar su potencial como plantas ornamentales o medicinales (ver la lista en la Tabla 4).

Respecto de las formas de crecimiento, más de 80% de las especies de *Senecio* en Chile son arbustos; éstos dominan en la mayor parte de las ecorregiones, con excepción de los bosques templados, donde predominan las hierbas perennes.

Tabla 4. Lista de especies de *Senecio* endémicas de Chile que crecen en la ecorregión mediterránea central (Chile Central, no andinas).

Especie
<i>S. adenotrichius</i> DC.
<i>S. bahioides</i> Hook. et Arn.
<i>S. bridgesii</i> Hook. et Arn.
<i>S. cerberoanus</i> Remy
<i>S. cumingii</i> Hook. et Arn.
<i>S. debilis</i> * Phil.
<i>S. farinifer</i> * Hook. et Arn.
<i>S. glabratus</i> Hook. et Arn.
<i>S. hakeifolius</i> Bertero ex DC.
<i>S. haloragis</i> Remy
<i>S. illinitus</i> Phil.
<i>S. invalidus</i> * C. Jeffrey
<i>S. leptocaulos</i> * Phil.
<i>S. mapuche</i> Cabr.
<i>S. otaeguianus</i> * Phil.
<i>S. paucidentatus</i> DC.
<i>S. planiflorus</i> Kunze ex Cabr.
<i>S. pseudoreuroides</i> * Cabr.
<i>S. sinuatilobus</i> DC.
<i>S. viscosissimus</i> Colla

\* Especies con una distribución geográfica muy restringida.

## GLOSARIO

**aqueño** = tipo de fruto de consistencia seca, con el epicarpio (cáscara) no leñoso.

**brácteas** = tipo de hoja modificada. En las compuestas se encuentra en la base de la inflorescencia y forma un involucre en torno a las flores.

**cabezuela** = tipo de inflorescencia donde las flores se agrupan sobre un receptáculo y están rodeadas por un involucre de brácteas como en el girasol.

**cabezuela discoidea** = la cabezuela o capítulo que sólo tiene flores tubulares.

**cabezuela radiada** = la cabezuela o capítulo que tiene flores liguladas, planas, en el borde y tubulares al centro, como la inflorescencia del girasol.

**caducifolio** = se dice de un árbol o arbusto que bota todas las hojas en la estación desfavorable del año.

**caméfitos** = en el sistema de formas de vida de Raunkiaer, son aquellas especies de plantas cuyas yemas de resistencia a la época desfavorable se encuentran a no más de 25 cm de altura sobre el suelo.

**endémico** = exclusivo de un sitio o país. Endémico de Chile significa que no crece en otro país.

**esclerófilo** = se les llama a árboles y arbustos que tienen las hojas de una cierta dureza. Generalmente va asociado a un comportamiento de especie siempreverde, o sea, nunca botan todas las hojas al mismo tiempo.

**especies alóctonas** = se les llama a las especies que llegaron después de la Conquista y se asilvestraron.

**glabra (o)** = se refiere a un órgano de la planta que no tiene pelos (tricomas).

**hemicriptófitos** = en el sistema de formas de vida de Raunkiaer se refiere a las plantas cuyas yemas de resistencia se encuentran bajo la tierra, pero no a gran profundidad.

**indumento** = conjunto de pelos (tricomas) de una planta.

**involucre** = conjunto de brácteas de una inflorescencia (ver bráctea).

**nanofanerófitos** = en el sistema de formas de vida de Raunkiaer corresponde aquellas plantas cuyas yemas de resistencia se encuentran entre 25 y 200 cm del suelo. La mayor parte de ellos son los llamados arbustos.

**siempreverde** = árbol o arbusto que no bota todas las hojas simultáneamente.

**tribu** = categoría taxonómica que se inserta entre un género (ej. *Senecio*) y una subfamilia (i.e. asteroideae).

**vilano** = conjunto de pelos que presentan algunas semillas o frutos que les permiten volar con el viento (i.e. el diente de león).

---

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**


---

- Arroyo, M.T.K.; F. Squeo, J. Armesto & C. Villagrán 1988. Effects of aridity on plant diversity in the northern Chilean Andes: Results of a natural experiment. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75:55-78.
- Benoit, I. 1989. Libro rojo de la flora terrestre de Chile. CONAF. Santiago de Chile. 157 pp.
- Cabrera, A.L. 1949. El género *Senecio* en Chile. *Lilloa* 15: 27-501.
- Chater, A.O. & S.M. Walters. 1976. *Senecio* L. *Fl. Europaea* 4:191-205.
- Gajardo, M. 1997. Caracterización florística de diferentes ambientes de la Región de Tarapacá (I Región, Chile). Memoria de Título de la Escuela de Agronomía. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. 65 pp.
- Gajardo, R. 1994. La vegetación natural de Chile. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 165 pp.
- Henríquez J.M., E. Pisano & C. Marticorena. 1995. Catálogo de la flora vascular de Magallanes (XII Región), Chile. *Anales del Instituto de la Patagonia. Serie Ciencias Naturales* 23: 5-30.
- Luebert, F. & P. Plischoff. 2006. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 316 pp.
- Mabberley, D.J. 1987. The plant-book. A portable dictionary of the higher plants utilising Cronquist's An integrated system of classification of flowering plants (1981) and current botanical literature arranged largely on the principles of editions 1-6 (1896/97-1931) of Willis A dictionary of the flowering plants and ferns. Cambridge, xii, 706 pp.
- Marticorena, C. 1990. Contribución a la estadística de la flora vascular de Chile. *Gayana Bot.* 47 (3-4): 85-113.
- Marticorena, C.; O. Matthei, M.T.K. Arroyo, M. Muñoz & F. Squeo & G. Arancio. 1998. Catálogo de la flora vascular de la Segunda Región (Región de Antofagasta), Chile. *Gayana Botánica* 55(1): 23-83.
- Marticorena, C.; F. Squeo, G. Arancio & M. Muñoz. 2001. Catálogo de la flora vascular de la IV Región de Coquimbo. En F. Squeo, G. Arancio & J. Gutiérrez Eds. Libro rojo de la flora nativa y de los sitios prioritarios para su conservación: Región de Coquimbo. 105-142.
- Matthei, O. 1995. Manual de las malezas que crecen en Chile. Alfabet Impresores. 545 pp.
- Pisano, E. 1965. Zonas Biogeográficas, en: CORFO (Ed.) *Geografía Económica de Chile*. Santiago. 62-80.
- Raunkiaer, C. 1937. *Plant life forms*. Oxford Univ. Press, London.
- Rovito, S.N.; M.T.K. Arroyo & P. Plischoff. 2004. Distributional modelling and parsimony analysis of endemism of *Senecio* in the Mediterranean-type climate area of Central Chile. *Journal of Biogeography* 31(10), 1623-1636.
- Squeo, F.; G. Arancio, C. Marticorena & M. Muñoz. 2001. Listado de las especies en categoría extinta, en peligro y vulnerable de la flora nativa de Coquimbo. En: Libro rojo de la flora nativa y de los sitios prioritarios para su conservación: Región de Coquimbo. F. Squeo, G. Arancio y J. Gutiérrez Eds. Ediciones de la Universidad de La Serena. Chile (4) 41-52.
- Stevens, G. C. 1989. The latitudinal gradient in geographical range: how so many species co-exist in the tropics. *American Naturalist* 133: 240-256.
- Tobar, C. 1998. Caracterización de la flora de los diferentes ecosistemas de la Región de Atacama (III). Memoria para obtener el título de ingeniero agrónomo. Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Chile.
- Villagrán, C.; M.T.K. Arroyo & C. Marticorena. 1983. Efectos de la desertización en la distribución de la flora andina de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 56:137-157.

## Notas acerca del estado de conservación de las Compuestas chilenas

Mélica Muñoz-Schick  
Museo Nacional de Historia Natural  
mmunoz@mnhn.cl

María Teresa Serra  
Facultad de Ciencias Forestales  
Universidad de Chile  
mtserra@uchile.cl

Patricio Plischoff  
Geógrafo Magister en Ciencias Biológicas  
artel@vtr.net

---

### INTRODUCCIÓN

Los taxones de rango de distribución estrecho y los endémicos son de especial relevancia para las acciones de conservación de la biodiversidad (UICN 2001). Es precisamente el caso de las Compuestas o Asteráceas chilenas, ya que casi un tercio de los géneros muestran rangos de distribución estrechos a medianos (Moreira-Muñoz este número, Figura 6). La mayor parte de los géneros (54) tienen su media de distribución en Chile mediterráneo entre los 27° y 37°S, que es la zona más antropizada del país, la cual carece además de áreas protegidas suficientes (Moreira-Muñoz & Muñoz-Schick 2003).

En 1973, en uno de los primeros llamados a la conservación de nuestra flora, C. Muñoz en su libro *Plantas en extinción* incluye sólo dos especies de Compuestas, que son endémicas del archipiélago de Juan Fernández: *Dendroseris litoralis* Skotts. y *Yunquea tenzii* Skotts. (Muñoz Pizarro 1973).

El Libro Rojo de la flora terrestre (Benoit 1989) da cuenta de una especie de Compuestas categorizada con problemas de conservación: el árbol *Dasyphyllum excelsum* (D. Don) Cabr., de la tribu Barnadesieae, una especie crucial en el conocimiento de la familia por su posición basal en la filogenia (Urtubey & Stuessy 2001).

### IV REGIÓN DE COQUIMBO

Con posterioridad a ello, se han realizado esfuerzos regionales para definir estados de conservación de la flora, como es el Libro Rojo de la Región de Coquimbo (29°-32° S) (Squeo *et al.* 2001). En dicho trabajo una de las especies de Compuestas, *Plazia cheiranthifolia* (Remy) Wedd., es considerada extinta en la región y en nuestro país. *Plazia* es un género con sólo 3 especies de los Andes centrales hasta Chile. Otras 6 especies se categorizaron como En Peligro (EP): *Haplopappus integerrimus* (H. et A.) Hall, *H. meyenii* Walp., *Proustia pyriformis* DC., *Senecio coquimbensis* Phil., *Senecio munnozii* Cabr. y *Verbesina saubinetia* Klatt; 28 especies se categorizaron como Vulnerables (VU), entre ellas 5 especies de *Haplopappus* y 9 especies de *Senecio*. Finalmente 76 especies se clasificaron como Insuficientemente Conocidas (IC).

### JUAN FERNÁNDEZ

Por otra parte, la flora de Juan Fernández es una de las más amenazadas a nivel mundial (Stuessy *et al.* 1998) y

las especies con problemas han aumentado considerablemente. La invasión de animales de pastoreo y plantas del continente coloca a la flora nativa de las islas en desventaja competitiva (Dirnböck *et al.*, 2003), y al menos el 75% de la flora endémica está altamente amenazada (Cuevas & van Leersum 2001). La flora nativa consiste en 209 especies, de las cuales 124 son endémicas, mientras que el número de especies introducidas es de 227 (Swenson *et al.*, 1997) y continúa aumentando (P. Danton com. pers.). Las plantas extranjeras no llegan para compartir el limitado espacio con las nativas, sino para reemplazar a la vegetación nativa. Es así como Danton & Perrier (2005) indican que en el siglo XX se han extinguido al menos 5 especies en el archipiélago, entre ellas *Robinsonia macrocephala* Dcne. y en agosto de 2004 fueron testigos de la desaparición del último ejemplar de *Robinsonia berteroi* (DC.) Sanders, Stuessy & Martic.; estiman que actualmente hay 27 especies en estado crítico, de las cuales 8 corresponden a Compuestas, de los géneros *Centaurodendron* (1), *Dendroseris* (5), *Erigeron* (1) y *Yunquea* (1). Varias de estas especies están siendo investigadas y propagadas en el Jardín Botánico Nacional de Viña del Mar.

### EVALUACIÓN DE TAXONES BAJO REGLAMENTO CONAMA

De acuerdo con el nuevo reglamento de CONAMA para 'Clasificación de Especies Silvestres según su Estado de Conservación', cada año deben analizarse las especies de flora y fauna que la comunidad propone como con problemas. Dichas especies son analizadas por los expertos y luego esta propuesta es presentada a un Comité de Clasificación formado por representantes de distintas instituciones afines al tema. Finalmente los resultados son entregados al Presidente de la República para su aprobación.

En el presente año, que es el segundo proceso de este nuevo reglamento, se analizaron 4 Compuestas: *Dasyphyllum excelsum*, que como se dijo ya estaba en el Libro Rojo, pero debió someterse a la nueva evaluación y además 3 especies del género *Haplopappus* (*H. baylahuen*, *H. multifolius* y *H. taeda*).

*Haplopappus* es un género de difícil taxonomía y compleja identificación (Niemeyer *et al.*, 2002). Se ha descrito un grupo de 5 especies que son confundidas y utilizadas como medicinales con el nombre de bailahuén: *Haplopappus angustifolius* (DC.) Reiche, *H. baylahuen*

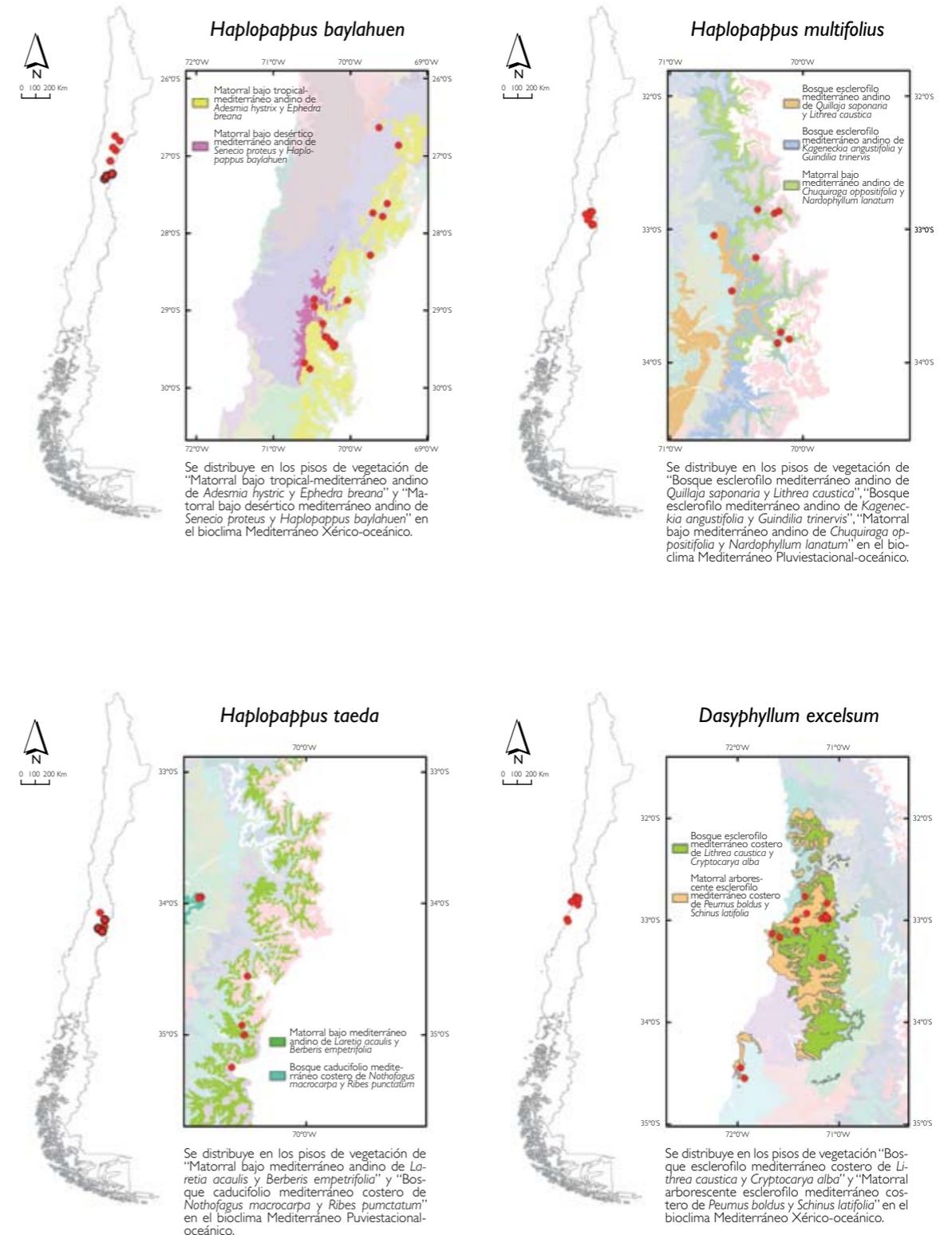
Remy, *Haplopappus multifolius* Phil., *Haplopappus remyanus* Wedd., y *Haplopappus taeda* Reiche. Sus hojas secas son utilizadas principalmente en infusión como estimulante digestivo y para aliviar dolencias gastrointestinales de origen hepático. Poseen abundantes resinas (Navas, 1979).

#### *Haplopappus baylahuen* Remy

Especie nativa de Chile, se encuentra presente en las provincias de Antofagasta, Atacama y Coquimbo y más escasamente en Argentina, en la provincia de San Juan (Tortosa y Bartoli, 2002). Especie de alto valor como planta medicinal, que está sometida a riesgo por sobreexplotación o extracción sin normas de control. Como otros elementos florísticos de los pisos preandinos y andinos de los Andes, las principales presiones las ejercen los impactos causados por el tránsito y la ganadería en vegas y veranadas de altura, la actividad minera que afectaría la disponibilidad de agua en el sustrato y un probable cambio de uso del suelo. La cercanía a centros poblados puede determinar la reducción de algunas subpoblaciones con fines de cosecha de hojas y ramas, aunque Squeo *et al.*, (2001) consideran que en la IV Región la especie crece en ambientes de nula a escasa influencia antrópica. No se encontraron antecedentes efectivos que permitan estimar la reducción de las subpoblaciones, agregando además la dificultad en la identificación correcta del taxón. No se encuentra presente en ninguna unidad SNASPE.

#### *Haplopappus multifolius* Phil. ex Reiche

Es un arbusto endémico de Chile (Hall, 1928) que vive en cordilleras de Aconcagua a Santiago (Estero El Sauce) (Muñoz-Schick *et al.*, 2000). Navas LE (1979) indica que se trata de una especie abundante en la cuenca de Santiago y Teillier & Tomé (2004) la indicaron como Fuera de Peligro. Se encontraría presente en las partes altas de la Reserva Nacional Río Clarillo (Niemeyer *et al.*, 2002), pero no es tratada en la Flora de la Reserva (Teillier *et al.*, 2005). Tampoco está citado en la Flora Vascular del Santuario de la Naturaleza Yerba Loca, 33°S, Región Metropolitana (Arroyo *et al.*, 2000). Se estima que esta especie abarca una superficie total de 40 ha aprox. (0,4 km<sup>2</sup>) con una reducida presencia en cuanto a densidad de individuos como componente del matorral andino. Tiene una distribución restringida a un piso altitudinal entre los 1.500-1.800 m de altitud, y sobre ella se ejerce



una fuerte presión de cosecha por parte de los yerbateros que utilizan la planta como medicinal. Además ocupa un hábitat con fuerte presión antrópica por intervenciones que afectan la cobertura vegetal, como la construcción de obras viales, extracción de leña, gasoductos, erosión, etc. Están expuestas a influencia de ganado doméstico como caprino y equino (caballos y mulas) (Vogel *et al.*, 2006). Presenta una baja producción de semillas y una pobre regeneración (Vogel *et al.*, 2006). Estos autores indican que el 80% de las muestras de bailahuén compradas en 132 puntos de venta, entre las regiones III y VII, corresponden a *H. multifolius* (Vogel *et al.*, 2006).

### *Haplopappus taeda* Reiche

Arbusto endémico de la cordillera andina de la zona central entre la VI y VII regiones de Chile, entre los 34°-35°15' (Reiche, 1901). En las 3 localidades medidas: Termas del Flaco, Cantillana y Los Queñes, la especie cubre un total de 8 ha (0,08 km<sup>2</sup>) (Vogel *et al.*, 2006). Debido a la presencia de resinas se estima que es un excelente material para encender fuego, ya que arde con suma facilidad (Reiche, 1901). Ocupa un hábitat montañoso cuya vegetación se ve afectada por el ganado doméstico como caprino y equino (caballos y mulas), la extracción de leña y el riesgo de incendios. Presenta una baja producción de semillas y una pobre regeneración (Vogel *et al.*, 2006). No se encuentra presente en ninguna unidad SNASPE.

No existen antecedentes oficiales acerca de la exportación de bailahuén, ignorándose la cantidad exacta, su precio y destino. Empresas exportadoras de hierbas informan sobre la demanda de varias toneladas, con destino a Alemania y EE UU. Como la información fue contradictoria entre las poblaciones de cada una de las especies y las cantidades no oficiales de exportación, las especies de *Haplopappus* no clasificaron en el proceso. Deberán agregarse mayores antecedentes para definir su situación.

### *Dasyphyllum excelsum* (D. Don) Cabr.

Bulli, huilli, palo santo, puyoso, tayú, tayú del norte, tunilla.

La especie tiene un área bastante restringida, que abarca zonas en la Cordillera de la Costa entre la V Región (Cerro La Campana 32°58' - 71°08') y la VII Región (Paso Molino Viejo 35°34' - 72°18'). Representa una reliquia

de una distribución más extensa que tuvo en el pasado (Serra *et al.*, 1986) ya que se han identificado troncos fósiles de "palo santo" en el área de Quereo (cerca de Los Vilos, IV Región) donde no crece en la actualidad (Núñez *et al.*, 1994).

Fue clasificada como Vulnerable en el Libro Rojo CONAF (Benoit 1989). Posteriormente Hechenleitner *et al.*, (2005) la clasificaron como DD (datos insuficientes)

En este proceso de clasificación, aún no oficial (2006), se consideró VULNERABLE, por lo siguiente: se estima una extensión de la presencia < de 20.000 km<sup>2</sup>; ha habido una explotación progresiva de las masas boscosas de la zona central y centro-sur del país; la población de la especie está fuertemente fragmentada debido al cambio de uso del suelo para fines agrícolas; en la actualidad el fuego, las plantaciones forestales y construcción de caminos, son la causa principal de la destrucción de su hábitat. En áreas cercanas a Valparaíso sufre todas estas amenazas. Aunque es capaz de producir tocones al ser cortado o afectado por incendios, la regeneración por semillas es pobre, debido a la carencia de semillas viables (Hechenleitner *et al.*, 2005). Se encuentra protegida en el PN La Campana (V Región) y presente dentro del predio Forestal Tanumé a cargo de CONAF- VI Región, en el cual se planea desarrollar un área protegida en su interior para la conservación de taxones interesantes (Hechenleitner *et al.*, 2005). Tanumé fue considerado como Sitio de Prioridad IV, De Interés Específico, por CONAF (Muñoz-Schick *et al.*, 1996).

### COROLARIO

A las iniciativas de conservación *ex-situ* emprendidas por el Jardín Botánico Nacional para la flora de Juan Fernández, ahora se agrega el gran potencial del Jardín Botánico Chagual, el cual puede contribuir notablemente al conocimiento, propagación y conservación *ex-situ* de las especies endémicas y de distribución estrecha de Chile continental. Como de alta prioridad de investigación se pueden señalar además de las especies ya nombradas, aquellas pertenecientes a los géneros endémicos *Acrisione*, *Calopappus*, *Guynesomia*, *Gypothamnium*, *Leptocarpha*, *Leunisia*, *Marticoenia*, *Moscharia*, *Oxyphyllum*, *Pleocarphus* y *Podanthus* (Figura 5). Dichos géneros se localizan principalmente en la zona central de Chile, que es la zona de acción principal del Jardín Botánico Chagual.



Figura 5. *Oxyphyllum ulicinum* y *Gypothamnium pinifolium*. Fotos: M.V. Legassa.

### REFERENCIAS

- Arroyo MTK, C Marticorena, O Matthei, M Muñoz-Schick & P Pliscoff. 2002. Analysis of the contribution and efficiency of the Santuario de la Naturaleza de Yerba Loca, 33°S in protecting the regional vascular plants flora (Metropolitan and V regions of Chile). *Rev. Chil. Hist. Nat.* 75(4): 767-779.
- Benoit I (ed.). 1989. Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile. Corporación Nacional Forestal. Ministerio de Agricultura. 157 pp.
- Cuevas JG & G van Leersum. 2001. Proyecto conservación, restauración y desarrollo de las islas Juan Fernández, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 74, 899-910.
- Danton Ph & Ch Perrier. 2005. Notes sur la disparition d'une espèce emblématique: *Robinsonia berteroi* (DC.) Sanders, Stuessy & Martic. (Asteraceae), dans l'île Robinson Crusoe, archipel Juan Fernández (Chili). *Le Journal de Botanique de la Société Botanique de France* 31: 3-8.
- Dirnböck T, J Greimler, P López & TF Stuessy. 2003. Predicting future threats to the native vegetation of Robinson Crusoe Island, Juan Fernández archipelago, Chile. *Conservation Biology* 17: 1650-1659.
- Hall HM. 1928. The genus *Haplopappus*. A phylogenetic study in the Compositae. *Carnegie Inst. of Washington Pub.* 389: 3- 383
- Hechenleitner P, M Gardner, P Thomas, C Echeverría, B Escobar, P Brownless & C Martínez. 2005. Plantas amenazadas del Centro-Sur de Chile. Universidad Austral de Chile. Real Jardín Botánico de Edimburgo. 187 pp.
- Moreira-Muñoz A & M Muñoz-Schick. 2003. Estado de Conservación de la Flora Mediterránea de Chile. *Chagual* 1, 46-52.
- Muñoz Pizarro C. 1973. Chile: Plantas en extinción. Edit. Univ. 249 pp.
- Muñoz-Schick M, H Núñez & J Yáñez. 1996. Libro Rojo de los Sitios Prioritarios para la conservación de la diversidad biológica de Chile. CONAF, 203 pp.
- Muñoz-Schick M, A Moreira-Muñoz, C Villagrán & F Luebert. 2000. Caracterización florística y pisos de vegetación en los Andes de Santiago, Chile central. *Boletín Museo Nac. Hist. Nat.* 49: 9-50.
- Navas LE. 1979. Flora de la Cuenca de Santiago. Tomo III. Ediciones de la Universidad de Chile. 187 pp.

### AGRADECIMIENTOS

A Reinaldo Avilés y Sofía Guerrero, del Departamento de Protección de Recursos Naturales de CONAMA, con los cuales interactuamos para la realización de las Fichas de especies a analizar.

A Andrés Moreira por sus aportes y sugerencias al manuscrito.

A María Victoria Legassa por sus hermosas fotografías de las especies.

- Niemeyer HM, RO Bustamente, JA Simonetti, S Teillier, E Fuentes. 2002. Historia Natural de la Reserva Nacional Río Clarillo: Un espacio para aprender Ecología. Impresos Socías Ltda. 116 pp.
- Núñez L, J Varela, R Casamiquela & C Villagrán. 1994. Reconstrucción Multidisciplinaria de la Ocupación Prehistórica de Quereo, Centro de Chile. *Latin American Antiquity* 5(2): 99-118.
- Reiche C. 1901. Estudios críticos sobre la flora de Chile. *Anal. Univ. Chile* 109: 325-376; *Flora de Chile* 3: 330-381, 1902.
- Serra MT, R Gajardo & A Cabello. 1986. *Dasyphyllum excelsum*. Programa de protección y recuperación de la flora nativa de Chile. Ficha técnica de especies amenazadas. Especies Vulnerables. Corporación Nacional Forestal. 18 pp.
- Squeo F, G Arancio & J Gutiérrez (eds.). 2001. Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo. Ed. Universidad de La Serena. 372 pp.
- Stuessy TF, U Swenson, C Marticorena, O Matthei & DJ Crawford. 1998. Loss of plant diversity and extinction on Robinson Crusoe Islands, Chile. Rare, threatened and endangered floras of Asia and the Pacific Rim (ed. by CI Peng & PP Lowry), Academia Sinica monograph 16. pp. 243-257.
- Swenson U, TF Stuessy, M Baeza & DJ Crawford. 1997. New and historical plant introductions, and potential pests in the Juan Fernández Islands, Chile. *Pacific Science* 51: 233-253.
- Teillier S & A Tomé. 2004. Contribución al conocimiento de la Flora de la Cuenca de la Quebrada de Ramón, Región Metropolitana. *Bol. Mus. Nac. Hist. Natural*, 53: 17-36.
- Teillier S, G Aldunate, P Riedemann & HM Niemeyer. 2005. Flora de la Reserva Nacional Río Clarillo. Guía de identificación de especies. Impresos Socías Ltda. 367 pp.
- Tortosa R & A Bartola. 2002. Revisión de las especies argentinas del género *Haplopappus* (Asteraceae, Astereae). *Bol. Soc. Arg. Bot.* 37(1-2): 115-133.
- IUCN. 2001. The IUCN List of Threatened Species. Categories & Criteria (version 3.1). <http://www.iucn.org/themes/ssc/redlists/RLcats2001booklet.html>
- Urtubey E & TF Stuessy. 2001. New hypotheses of phylogenetic relationships in Barnadesioideae (Asteraceae) based on morphology. *Taxon* 50(4): 1043-1063.
- Vogel H, J San Martín, I Razmilic, U Doll. 2006. Antecedentes para la clasificación de tres especies de *Haplopappus* usadas como "Bailahuén": *H. baylahuen*, *H. multifolius* y *H. taeda*. Manuscrito ined. Univ. Talca.

## Interacciones entre aves y flores en Chile Central y el archipiélago Juan Fernández

Juan C. Torres-Mura  
Museo Nacional de Historia Natural, Santiago  
Casilla 787 Santiago, Chile  
jtorres@mnhn.cl

### INTRODUCCIÓN

La polinización es un proceso que implica la liberación del polen desde las anteras y su transferencia y depósito en un estigma receptivo. Muchas especies no pueden fertilizarse con su propio polen (son autoincompatibles) y necesitan polen de otras plantas para lograr la reproducción sexual. Para ello hay diversos vectores bióticos y abióticos que transfieren el polen, aunque en las especies autocompatibles también muchas veces se requiere de un vector externo (Faegri & van der Pijl 1979).

Los mutualismos son interacciones de beneficio mutuo entre dos organismos, usualmente un animal y una planta, y uno de los más estudiados es la polinización. Numerosas plantas producen en sus flores néctar (líquido azucarado de alto contenido energético) que atrae a los animales e indica su presencia a través de colores u olores. Por su parte, los animales que usan el néctar transfieren el polen de una planta a otra y realizan la polinización. Se estima que entre el 70 y el 90% de las angiospermas necesita de un animal para su polinización (Fontaine *et al.* 2006, Kearns *et al.* 1998).

La forma y color de las flores, el tipo de néctar y la hora de apertura (antesis) permiten detectar los "síndromes de polinización" o conjunto de características florales que facilitan la polinización por ciertos visitantes (Faegri & van der Pijl 1979). Por ejemplo, una planta con flores blancas, con fuerte perfume, néctar diluido y de antesis



Foto 1. La pinguera (*Patagona gigas*) es un visitante habitual de las flores de los tabacos del diablo (*Lobelia* spp.). Foto: G. González.

nocturna favorece las visitas regulares por parte de insectos nocturnos, como las polillas (Lepidoptera), con bajos requerimientos energéticos y capaces de detectar las flores por su olor. A este tipo de flores se les denomina falenófilas. Otro síndrome claramente reconocible es el de ornitofilia, que se caracteriza por flores rojas o anaranjadas, de corola larga y estrecha y producción de néctares ricos en ciertos azúcares y en aminoácidos. Los visitantes típicos de estas flores son aves de pico largo, buena visión de colores y altos requerimientos de energía.

En Chile central los principales polinizadores de las plantas con flores (angiospermas) son los insectos y las aves (Arroyo *et al.* 1982), y en ambientes tropicales son también importantes los mamíferos, especialmente murciélagos.

## AVES Y FLORES EN CHILE CENTRAL

En el Neotrópico en general, un importante agente polinizador de las plantas son los picaflors (aves de la familia Trochilidae) aunque también se han descrito varias especies de passeriformes visitando las flores y posiblemente efectuando la polinización. Lo mismo ocurre en la zona mediterránea de Chile en particular, aunque los estudios son aún escasos. La mayor parte de los trabajos se ha concentrado en la zona andina y en los bosques temperados australes (Aizen *et al.* 2002, Smith-Ramírez 1993, Smith-Ramírez *et al.* 2005, Willson *et al.* 1996). Los picaflors son una familia de aves pequeñas, pico largo y delgado,

Tabla 1. Características de las principales flores nativas polinizadas por aves en Chile mediterráneo. Número de especies en Chile según Marticorena y Quezada (1985).

Familia	Género	Nº especies	Color	Forma de la corola
<b>Magnoliopsida</b>				
Bignoniaceae	<i>Argyria</i>	12	Amarillo, rojo	Trompeta
	<i>Eccremocarpus</i>	1	Rojo	Tubular
Campanulaceae	<i>Lobelia</i>	8	Rojo	Tubular
Compositae	<i>Mutisia</i>	23	Rojo	Bilabiadas (tubulares)
Desfontainiaceae	<i>Desfontainia</i>	1	Rojo	Tubular
Escalloniaceae	<i>Escallonia</i>	14	Rojo	Tubular
Lamiaceae	<i>Satureja</i>	4	Morado rojo	Tubular
	<i>Teucrium</i>	2	Morado	Tubular
	<i>Sphacele</i>	3	Morado	Tubular
Loranthaceae	<i>Desmaria</i>	1	Amarillo	Tubular
	<i>Tristerix</i>	3	Rojo	Tubular
	<i>Notanthera</i>	1	Bianco-rojo	Tubular
	<i>Ligaria</i>	1	Rojo	Tubular
Fabaceae	<i>Calliandra</i>	1	Rojo	Cepillo abierto
	<i>Sophora</i>	4	Amarillo	Acampanada
Nolanaceae	<i>Solana</i>	36	Azul, celeste	Campana abierta
	<i>Alona</i>	6	Azul, celeste	Campana abierta
Onagraceae	<i>Fuchsia</i>	2	Rojo y azul	Tubular
Proteaceae	<i>Embothrium</i>	1	Rojo	Tubular
Scrophulariaceae	<i>Mimulus</i>	8	Amarillo-rojo	Tubular
Solanaceae	<i>Nicotiana</i>	12	Rosado amarillo	Tubular
	<i>Salpiglossis</i>	2	Amarillo púrpura	Trompeta
	<i>Schizanthus</i>	13	Rojo, rosado	
Tropaeolaceae	<i>Tropaeolum</i>	17	Rojo, amarillo	Espolonadas
Verbenaceae	<i>Rhaphithamnus</i>	2	Morado	Tubular
<b>Liliopsida</b>				
Alstroemeriacae	<i>Bomarea</i>	3	Rojo	Tubular
Bromeliaceae	<i>Ochagavia</i>	4	Rosado	Tubular
	<i>Puya</i>	8	Violeta, amarillo	Tubular
Philesiaceae	<i>Lapageria</i>	1	Rojo	Tubular

patas muy pequeñas, rápido vuelo y plumaje iridiscente. Viven en diversos ambientes de América, desde el nivel del mar hasta los 5.000 m en los Andes. Se alimentan principalmente del néctar de las flores y de pequeños insectos voladores (su fuente de proteínas) y alimentan a sus pollos con una mezcla de insectos y néctar. Al alimentarse en las flores trasladan el polen de una flor a otra cumpliendo así un importante papel en la polinización y con ello en la propagación de las plantas. A pesar de su pequeño tamaño los picaflors son grandes voladores, realizan largas migraciones y han sido capaces de colonizar islas como Robinson Crusoe, ubicada a 650 km frente a Valparaíso (Martínez & González, 2005).

En la zona mediterránea de Chile se encuentran tres especies de picaflors: el picaflor chico (*Sephanoides sephanoides*), la pinguera (*Patagona gigas*) y el picaflor cordillerano (*Oreotrochilus leucopleurus*) (Barros 1952, Martínez & González 2005). El picaflor chico, es la especie más común y de más amplia distribución de todos los picaflors del país. Habita entre la III y la XII regiones pero en invierno las poblaciones australes migran hacia el norte lo que los hace ser muy abundantes en la zona central. La pinguera habita la zona central (III a IX regiones) en primavera y verano, se reproduce aquí y migra en invierno hacia la amazonía. El picaflor cordillerano, que como su nombre lo indica habita por sobre los 1500 m de altitud en los Andes y también en sectores de la cordillera de la Costa, se reproduce en la zona centro-sur y en invierno se desplaza hacia el norte y/o Argentina.

En la zona central se han registrado 18 familias (15 de Magnoliopsida y tres de Liliopsida) y 29 géneros de plantas nativas visitadas por aves. En la Tabla 1 se muestra el detalle de los géneros y se indica el número de especies como una referencia de su diversidad (no todas las especies son visitadas por aves y algunos géneros alcanzan su mayor diversidad fuera de la zona mediterránea). La mayoría de los géneros presenta el síndrome de ornitofilia, esto es, corolas alargadas, principalmente tubulares de colores como rojo o morado, aunque presentan un amplio rango de tamaños, por ejemplo *Escallonia rubra* y *Notanthera heterophylla* miden menos de 10 mm de largo, en cambio *Desfontainia spinosa* y *Lapageria rosea* miden más de 45 mm.

La floración en la zona mediterránea es altamente estacional y se concentra entre septiembre y enero (primavera y verano). Sin embargo, algunas especies florecen durante otoño e invierno y constituyen una valiosa fuente de alimento para los picaflors, especialmente para el picaflor chico, cuyas poblaciones aumentan localmente durante este período. Entre estas especies destacan los



Foto 2. Los quintrales (*Tristerix* spp.) son importante sustento de los picaflors durante el invierno.



quintrales (seis especies de la familia Loranthaceae, Foto 2), los tabacos del diablo (*Lobelia* spp. Foto 3), las dos especies continentales de *Sophora* y, de la V Región al sur, el copihue (*Lapageria rosea*). Entre las especies introducidas debe mencionarse las diversas especies de eucaliptos (*Eucalyptus* spp.).

Varias especies de passeriformes han sido observadas visitando persistentemente flores de diferentes especies de plantas (Tabla 2). Aunque no están especializados (morfológicamente) para esta acción, regularmente cargan polen en sus picos y plumas, pero no se ha probado que efectivamente se realice la polinización. Como para extraer el néctar algunas aves arrancan pétalos se les con-

Tabla 2. Aves que visitan flores en la zona mediterránea de Chile.

Orden / Familia	Especie	Nombre común	Distribución
<b>Apodiformes</b>			
Trochilidae	<i>Patagona gigas</i>	Pinguera	I, III-IX
	<i>Sephanoides sephanoides</i>	Picaflor chico	III-XII
	<i>Oreotrochilus leucopleurus</i>	Picaflor cordillerano	II-XI
<b>Passeriformes</b>			
Tyrannidae	<i>Elaenia albiceps</i>	Fio fio	I, III-XII
Turdidae	<i>Turdus falklandii</i>	Zorzal	III-XII
Mimidae	<i>Mimus thenca</i>	Tenca	III-X
Icteridae	<i>Curaeus curaeus</i>	Tordo	III-XII
	<i>Molothrus bonariensis</i>	Mirlo	I-XII
Emberizidae	<i>Phrygilus patagonicus</i>	Cometocino patagónico	IV-XII
	<i>Phrygilus gayi</i>	Cometocino de Gay	III-XII
	<i>Diuca diuca</i>	Diuca	II-XII
Fringillidae	<i>Carduelis barbatus</i>	Jilguero	III-XII

Distribución en las regiones de Chile según Martínez & González (2005).



Foto 3. Tabacos del diablo (a *Lobelia bridgesi* y b *Lobelia tupa*), flores con síndrome de ornitofilia pero visitadas tanto por aves como por insectos.

sidera más bien "ladrones" de néctar, esto es, animales que toman néctar sin impregnarse de polen. Tampoco se ha observado una relación específica entre las aves y las flores. Cada especie de ave puede visitar diferentes especies de plantas y cada especie de planta es visitada por diferentes especies de aves. Otro ejemplo de la variabilidad en la relación entre plantas y polinizadores lo muestra la placa (*Mimulus* sp., Foto 4), una herbácea perenne asociada a corrientes de agua y de flores amarillas con un punto rojo, de forma y tamaño variable, ubicado en el lóbulo inferior.

En los Andes de Chile central los insectos visitan las flores con corolas y guías nectarías más grandes, en cambio los picaflor (*Oreotrochilus leucopleurus*) prefieren las flores con corolas más pequeñas y punto rojo en forma de corazón (Medel *et al.* 2003). Ejemplos de esta variabilidad hay también en los bosques templados australes, donde el notro (*Embothrium coccineum*), árbol de flores ornitófilas, es visitado por varias aves y polinizado al menos por dos de ellas: el picaflor chico (*Sephanoides sephanoides*) y el fioflo (*Elaenia albiceps*); sin embargo, en bosques similares de la patagonia Argentina, el notro es polinizado también por tábanos de larga probóscide de la familia Nemestrinidae. Por la antigüedad de la familia en Sudamérica se sugiere que esta sería la condición ancestral y que la ornitofilia sería una condición derivada (Devoto *et al.* 2006).

Entre las especies nativas más visitadas por los paseriformes en la zona mediterránea destacan las del género *Puya* (Foto 5) y entre las introducidas, las diversas especies de *Eucalyptus*. Por la regularidad de las visitas y por el registro de polen depositado en el pico y la cabeza se les considera polinizadores (Barros 1941). González-Gómez y colaboradores (2003) encontraron que *Puya berteroniana* produce un néctar diluido y es visitada principalmente por paseriformes, en cambio *Puya coerulea* produce néctar concentrado y es más visitada por picaflor. Además las mismas flores son también visitadas por insectos, especialmente himenópteros. Entre las aves que depredan sobre las flores, consumiendo néctar, polen y pétalos se encuentran la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*) especie introducida y que habita en sectores urbanos y rurales; la cachaña (*Enicognathus ferrugineus*) y el choroy (*Enicognathus leptorhynchus*), habitantes de los bosques ubicados de la V Región al sur, y la rara (*Phytotoma rara*), que habita diferentes ambientes de la zona centro y sur. La



Foto 4. Las placas (*Mimulus* sp.), son visitadas por insectos o picaflor según el tamaño de la corola y la forma del punto rojo.



Foto 5. Flores de Chagual (*Puya chilensis*) importante recurso alimentario para aves de Chile central.

depredación sobre las flores es un proceso que interactúa negativamente con la polinización, afectando el éxito reproductivo de las plantas. Al analizar la relación entre el daño a las flores y su fecundidad, Pohl *et al.* (2006) encontraron que en la placa (*Mimulus* sp.) la producción de semillas fue mayor en las flores sanas que en flores sin lóbulo inferior, indicando una discriminación negativa por parte del principal polinizador (el picaflor cordillerano *Oreotrochilus leucopleurus*). El estudio sugiere además que los polinizadores podrían indirectamente seleccionar fenotipos florales sanos y más resistentes.

El palo de yegua (*Fuchsia lycioides*, Foto 6) es una especie subdioica, con plantas de flores pequeñas femeninas y plantas con flores más grande y hermafroditas, cuya parte femenina puede ser fértil o estéril, y es visitada por el picaflor chico (*Sephanoides sephanoides*). Al estudiar la mantención de los polinizadores y la producción de semillas en la zona central, Atsatt & Rundel (1982) establecieron que las flores hermafroditas producen seis veces más néctar que las flores femeninas, y que la producción de néctar es muy variable en ambas formas, aunque es más predecible en las flores femeninas. La impredecibilidad en la producción de néctar en las flores hermafroditas sería un factor clave en la evolución de la partición de recursos de polinización



Foto 6. Flores de Palo de Yegua (*Fuchsia lycioides*), usualmente visitadas por picaflor.



Foto 7. Mariposita (*Schizanthus hookeri*) polinizada por el picaflor cordillerano.

entre las flores pequeñas y las grandes. Los autores (que en su publicación confundieron el picaflor chico que habita la zona por ellos estudiada con el picaflor del norte, *Rhodopis vesper*, que habita de Copiapó al norte) encontraron que cuando las poblaciones de *F. lycioides* eran abundantes, la mayoría de las visitas fueron legítimas y hubo baja proporción de picoteo (perforando pétalos), en cambio donde las plantas crecen separadas unas de otras o la producción de flores es baja, el picoteo de flores fue mayor y sería una respuesta a un estrés energético.

El género *Schizanthus* (Solanaceae), con 12 especies anuales o bianuales, presenta diversos síndromes de polinización. Pérez *et al.* (2006) analizaron la filogenia de las especies y la correspondencia entre la morfología floral y sus polinizadores, encontrando que el ancestro presentaba el síndrome de polinización por abejas, que el síndrome de polinización por polillas evolucionó en el ancestro de tres especies que habitan actualmente en el desierto de Atacama y que el síndrome de ornitofilia evolucionó en los Andes, en el clado que contiene a *Schizanthus grahamii* y *S. hookeri* (Foto 7), visitadas por el picaflor cordillerano (*Oreotrochilus leucopleurus*).

Una interesante forma de estudiar la polinización es a través de la composición química del néctar. Un estudio realizado en el Chaco y la Patagonia argentina encontró que las especies polinizadas por abejas y mariposas muestran más bajos porcentajes de sacarosa que las plantas visitadas por polillas y picaflor (Galletto & Bernardello 2003). Las hexosas prevalecieron en el néctar de las familias Asteraceae, Fabaceae, Solanaceae y Verbenaceae, en cambio en Bromeliaceae y Onagraceae los néctares fueron ricos en sacarosa.



Foto 8. Las flores de mayu (*Sophora* spp.) son visitadas por los picaflor.

## AVES Y FLORES EN EL ARCHIPIÉLAGO DE JUAN FERNÁNDEZ

El archipiélago de Juan Fernández, de origen volcánico y clima húmedo, se caracteriza por una biota que evolucionó aislada y que presenta un alto nivel de endemismo, pero también por el grave estado de deterioro debido a la destrucción de sus hábitat naturales, y la propagación



Foto 9. Picaflor de Juan Fernández (*Sephanooides fernandensis*). a) macho alimentándose en una col (*Dendroseris litoralis*), b) hembra con polen en su cabeza.

de plantas (arbustos y hierbas) y animales (herbívoros y carnívoros) introducidos (Roy *et al.* 1999). Debido a problemas como erosión, extinción y amenaza de extinción de especies, deforestación y presencia de especies introducidas, el archipiélago ha sido considerado entre los parques nacionales más amenazados del planeta y prácticamente todas sus especies endémicas de flora y fauna están en riesgo de extinción.



Foto 10. El tordo (*Curaeus curaeus*) es un paseriforme que visita las flores de los chaguales (*Puya* spp.) y recoge su polen. Foto: G. González.

La isla Masatierra o Robinson Crusoe es la única isla oceánica donde habitan picaflores: el picaflor chico (*Sephanooides sephanooides*, también presente en Chile continental) y el picaflor de Juan Fernández (*Sephanooides fernandensis*, Foto 9) endémico de la isla. La población del picaflor de Juan Fernández ha declinado desde miles en el siglo XIX hasta cerca de 200 individuos en décadas pasadas, en cambio lo contrario ha ocurrido con el picaflor chico (Roy *et al.* 1999). Las razones de su declinación se relacionan con la destrucción del hábitat, esto es pérdida de las especies que eran su fuente de alimento. La variación estacional en la disponibilidad de alimento parece ser un factor clave debido a la reducción en las fuentes de néctar durante el invierno. Hay 12 taxa de plantas nativas o endémicas cuyas flores son visitadas por las dos especies de picaflores. En las visitas a las plantas introducidas hay diferencias ya que el picaflor chico (tanto machos como hembras) visita 18 especies, la hembra de picaflor de Juan Fernández visita ocho y el macho seis especies (Tabla 3). A pesar de una marcada diferencia en tamaño (el macho de picaflor de Juan Fernández es el más grande, le sigue la hembra y luego el macho y la hembra de picaflor chico) el largo del pico no muestra diferencias significativas entre las especies y los sexos, indicando una convergencia hacia un tamaño de pico, probablemente para explotar los mismos recursos (Hertel *et al.* 2003). El estudio filogenético de los picaflores (Roy *et al.* 1998) sugiere una colonización reciente del picaflor chico y dada la similitud filogenética, morfológica y ecológica entre ambas especies, la competencia puede afectar el potencial de recuperación del picaflor endémico y amenazado, y es un factor a considerar en los planes de conservación.

El picaflor chico es una especie generalista, que puede probar en todas las flores y le es más fácil encontrar alimento, en cambio el macho de *S. fernandensis* resulta más especialista y hay flores (fuentes de energía) que no puede utilizar. Durante el invierno la cantidad de flores disminuye y sólo unas pocas especies se mantienen en floración, período que además coincide con una disminución en la abundancia de insectos voladores, la otra fuente de alimento. Todo esto constituye un "cuello de botella" para la sobrevivencia de los picaflores. Entre las especies nativas destacan el Juan Bueno (*Rhaphithamnus venustus*), que florece durante todo el año aunque no es una especie muy abundante, y los eucaliptos (*Eucalyptus* spp.), que en las últimas décadas han sustituido a los cipreses que rodean la bahía Cumberland. Ambos taxa son un importante recurso alimentario durante el invierno. En todas las especies de plantas ornitófilas, nativas e introducidas y especialmente

Tabla 3. Flores visitadas por picaflores en la isla Masatierra del Archipiélago Juan Fernández. Modificado de Roy *et al.* (1999).

	<i>Sephanooides fernandensis</i>		<i>S. sephanooides</i>
	hembra	macho	
<b>Especies nativas</b>			
<i>Berberis corymbosa</i>	×	×	×
<i>Centauriodendron dracaenoides</i>	×	×	×
<i>Cuminia eriantha</i>	×	×	×
<i>Dendroseris litoralis</i>	×	×	×
<i>Dendroseris macrantha</i>	×	×	×
<i>Eryngium bupleuroides</i>	×	×	×
<i>Escallonia callcottiae</i>	×	×	×
<i>Nicotiana cordifolia</i>	×	×	×
<i>Notanthera heterophylla</i>	×	×	×
<i>Ochagavia elegans</i>	×	×	×
<i>Rhaphithamnus venustus</i>	×	×	×
<i>Sophora fernandeziana</i>	×	×	×
<b>Especies introducidas</b>			
<i>Abutilon striatum</i>	×	×	×
<i>Albizia lophantha</i>	×	×	×
<i>Crinodendron patagua</i>	×	×	×
<i>Crocsmia crocosmiiflora</i>			×
<i>Cynara cardunculus</i>		×	×
<i>Dipsacus sativus</i>		×	×
<i>Eucalyptus globulus</i>	×	×	×
<i>Euphorbia peplus</i>			×
<i>Impatiens holstii</i>			×
<i>Ipomoea violacea</i>			×
<i>Lobelia tupa</i>	×	×	×
<i>Malva nicaensis</i>			×
<i>Myoporum laetum</i>			×
<i>Nicotiana tabacum</i>			×
<i>Rubus ulmifolius</i>			×
<i>Tristerix corymbosus</i>	×	×	×
<i>Tropaeolum majus</i>			×
<i>Vinca major</i>			×

en las cercanías del poblado de Juan Bautista se observó colonias de hormiga argentina (*Linepithema humile*) alimentándose de néctar durante todo el día. La disminución que provocan en el néctar y por tanto la interferencia en la alimentación de los picaflores es un aspecto que debe ser evaluado en relación con la conservación de la especie amenazada.

Un estudio de los sistemas reproductivos de 25 especies endémicas del archipiélago (Anderson *et al.* 2001) encontró que la mayoría son hermafroditas dicogamas (proterándricas) y que, como se esperaba para una isla, la autopolinización por geitonogamia era el sistema más frecuente, aunque hay modos de reproducción mixtos. Independiente de los síndromes de cada especie, las visitas florales fueron poco frecuentes con la excepción de los dos picaflores, que visitaron cinco de las 25 especies analizadas (*Cuminia eriantha*, *Dendroseris litoralis*, *Escallonia callcottiae*, *Nicotiana cordifolia* y *Rhaphithamnus venustus*). La visita de insectos fue muy baja y solo incluyó un par de especies introducidas (una abeja y una hormiga); el viento resultó ser el mecanismo de distribución de polen más importante. Bernardello *et al.* (2000) estudiaron la morfología de los nectarios y la producción de néctar de 10 especies endémicas con diferentes síndromes de polinización, encontrando que la morfología de los nectarios sigue un patrón definido dentro de cada familia, sugiriendo que es un carácter ancestral. La producción de néctar fue altamente variable en volumen y concentración, sin embargo las especies polinizadas por picaflores produjeron principalmente sacarosa y con menor variabilidad. La presencia de nectarios en especies no polinizadas por picaflores indicaría el sistema de polinización ancestral de los taxa colonizadores, ya que actualmente se polinizan por viento y son autocompatibles.

## CONSERVACIÓN

Actualmente se habla de la "crisis de la polinización" (ej. Kearns *et al.* 1998), porque la disminución de las poblaciones de vectores afecta tanto los procesos ecológicos y evolutivos como también la producción y rendimiento de cultivos que requieren de estos vectores. La fragmentación de hábitat lleva a una disminución en la polinización con la subsiguiente merma en la producción de frutos y semillas (Cunningham, 2000; Valdivia *et al.* 2006). La conservación de los mutualismos es un desafío importante relacionado con la conservación de paisajes fragmentados, donde los polinizadores migratorios (como los picaflores) son particularmente sensibles debido a que encuentran más amenazas y tienen mayores costos energéticos debidos a la migración.



Fotos 11 y 12. La flor de la granada (*Mutisia subulata*) es visitada por aves e insectos.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece la revisión crítica y los comentarios de Gonzalo González, Marina Lemus, Sebastián Teillier y dos miembros del comité editor. Información sobre el tema se recogió en el proyecto "Prospección del estado de conservación de la flora y fauna nativa de la Región de O'Higgins".

## GLOSARIO

**dicogamia** = desarrollo de flores masculinas y femeninas en un mismo individuo pero a diferentes tiempos, favoreciendo así la polinización cruzada.

**geitonogamia** = polinización entre flores distintas de un mismo individuo.

**hexosa** = azúcar formada por una cadena de 6 átomos de carbono, cuya función es aportar energía.

**paseriformes** = el diverso orden de las aves de percha o aves canoras. Generalmente pequeñas, con tres dedos hacia delante y uno hacia atrás, tienen un sistema complejo para controlar su siringa y cantar.

**probóscide** = aparato bucal en forma de trompa, útil para la succión y que es propio de los insectos dípteros (moscas).

**proterandria** = maduración de los órganos masculinos antes que los femeninos.

**sacarosa** = el azúcar común, que es un disacárido, esto es, un hidrato de carbono formado por dos moléculas más simples: la glucosa y la fructosa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aizen MA, DP Vázquez & C Smith-Ramírez. 2002. Historia natural y conservación de los mutualismos planta-animal del bosque templado de Sudamérica austral. *Revista Chilena de Historia natural* 75: 79-97.
- Anderson GJ, G Bernardello, T Stuessy & D Crawford. 2001. Breeding system and pollination of selected plants endemic to Juan Fernandez islands. *American Journal of Botany* 88: 220-233.
- Arroyo MTK, RB Primack & JJ Armesto. 1982. Community studies in pollination ecology in the high temperate Andes of Central Chile. I. Pollination mechanisms and altitudinal variation. *American Journal of Botany* 69: 82-97.
- Atsatt PR & PW Rundel. 1982. Pollinator maintenance vs. fruit production: partitioned reproduction effort in subdioecious *Fuchsia lycioides*. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 69: 199-208.
- Barros R. 1941. Algunas aves polinizadoras de Chile y algunas flores ornitófilas. *Revista Universitaria* 26:37-50.
- Barros R. 1952. Nuestros picaflores del género *Sephanoides*. *Revista Universitaria* 26:145-156.

- Bernardello G, L Galletto & GJ Anderson. 2000. Floral nectary structure and nectar chemical composition of some species from Robinson Crusoe island (Chile). *Canadian Journal of Botany* 78: 862-871.
- Cunningham, SA. 2000. Depressed pollination in habitat fragments causes low fruit set. *Proceedings of the Royal Society London* 267: 1149-1152.
- Davis SD, VH Heywood, O Herrera-MacBryde, J Villalobos & AC Hamilton. 1997. *Centres of plant diversity*. Vol. 3. The Américas. WWF/IUCN, Washington, 562pp.
- Devoto M, NH Montaldo & D Medan. 2006. Mixed hummingbird: long-proboscid-fly pollination in "ornithophilous" *Embothrium coccineum* (Proteaceae) along a rainfall gradient in Patagonia, Argentina. *Austral Ecology* 31: 512-519.
- Faegri K & L van der Pijl. 1979. *The principles of pollination ecology*. Third Edition. Pergamon Press, Oxford, 244pp.
- Fontaine C, I Dajoz, J Meriguet & M Loreau. 2006. Functional diversity of plant-pollinator interaction webs enhances the persistence of plant communities. *PLOS Biology* 4: 129-135.
- Galletto L & G Bernardello. 2003. Nectar sugar composition in angiosperms from Chaco and Patagonia (Argentina): an animal visitor's matter? *Plant Systematics and Evolution* 238: 69-86.
- González-Gómez P, C Valdivia, C Romero, & A Humaña. 2003. *Puya berteroniana* y *Puya coerulea* como recurso alimenticio para aves en Chile central. *Boletín Chileno de Ornitología* 10: 29-33.
- Hertel F, JC Torres-Mura & M Roy. 2003. Hummingbirds from Juan Fernández islands of Chile. VII Congreso de Ornitología Neotropical, Termas de Puyehue, Chile.
- Kearns CA, DW Inouye & NM Waser. 1998. Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions. *Annual Review of Ecology and Systematics* 29:83-112.
- Marticorena C & M Quezada. 1985. Catálogo de la flora vascular de Chile. *Gayana, Botánica* 42:1-157.
- Martínez D & G González. 2005. *Aves de Chile*. Nueva guía de campo. Ediciones del Naturalista, 620 pp.
- Medel R, C Botto-Mahan & MTK Arroyo. 2003. Pollinator-mediated selection on the nectar guide phenotype in the Andean monkey flower, *Mimulus luteus*. *Ecology* 84: 1721-1732.
- Pérez F, MTK Arroyo, R Medel & M Hershkovitz. 2006. Ancestral reconstruction of flower morphology and pollination systems in *Schizanthus* (Solanaceae). *American Journal of Botany* 93: 1029-1038.
- Pohl N, G Carvallo, C Botto-Mahan & R Medel. 2006. Nonadditive effects of flower damage and hummingbird pollination on the fecundity of *Mimulus luteus*. *Oecologia* 149:648-655.
- Roy M, JC Torres-Mura & F Hertel. 1998. Evolution and history of Hummingbirds (Aves: Trochilidae) from the Juan Fernandez Islands, Chile. *Ibis* 140:56-64.
- Roy MS, JC Torres-Mura, F Hertel, M Lemus & R Sponer. 1999. Conservation of the Juan Fernandez firecrown and its island habitat. *Oryx* 33:223-232.
- Smith-Ramírez C. 1993. Los picaflores y su recurso floral en el bosque templado de la isla de Chiloé, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 66: 65-73.
- Smith-Ramírez C, P Martínez, M Núñez, C González & JJ Armesto. 2005. Diversity, flower visitation frequency and generalism of pollinators in temperate rain forests of Chiloé Island, Chile. *Botanical Journal of the Linnean Society* 148: 399-416.
- Valdivia, CE, JA Simonetti & CA Henríquez. 2006. Depressed pollination of *Lapageria rosea* Ruiz et Pav. (Philesiaceae) in the fragmented temperate rainforest of southern South América. *Biodiversity and Conservation* 15: 1845-1856.
- Willson M, C Smith-Ramírez, C Sabag & JF Hernández. 1996. Mutualismos entre plantas y animales en bosques templados de Chile. En: Armesto JJ, MTK Arroyo & C Villagrán (eds.). *Ecología del bosque templado de Chile*, pp. 251-264. Editorial Universitaria (Santiago), 470 pp.

## Los límites del clima mediterráneo en Chile

Federico Luebert  
Departamento de Silvicultura,  
Facultad de Ciencias Forestales,  
Universidad de Chile,  
Casilla 9206, Santiago, Chile.  
fluebert@uchile.cl

Patricio Pliscoff  
Investigador asociado,  
World Wildlife Fund – Chile,  
Carlos Anwandter 624,  
Casa 4, Valdivia.  
artel@vtr.net

### INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas mediterráneos del planeta han recibido creciente atención por la elevada singularidad de su biota, sujeta a una también creciente influencia humana (Di Castri y Goodall 1981, Cowling *et al.* 1996, Myers *et al.* 2000, Millennium Ecosystem Assessment 2005). En este contexto, la misión del Jardín Botánico Chagual es la conservación, educación e investigación acerca de los elementos de la flora de los ecosistemas mediterráneos de Chile (Echenique *et al.* 2002). El objetivo de este trabajo es sintetizar la información publicada hasta el momento sobre el clima mediterráneo en Chile y comparar las diferentes propuestas de límites, con el propósito de evaluar los aspectos comunes y las diferencias entre las distintas aproximaciones y proporcionar un marco de referencia para la identificación y el estudio de los ecosistemas que potencialmente se encuentran bajo influencia climática mediterránea.

### CONCEPTO DE CLIMA MEDITERRÁNEO

La noción de clima mediterráneo circunscrita por una fuerte estacionalidad de los regímenes termo y ombroclimáticos, con una estación invernal húmedo-fría con

balance hídrico positivo y una estación estival cálido-seca con balance hídrico negativo, es aceptada por la mayoría de las autoridades que se han referido al clima global (e.g., Köppen 1918, 1931, 1948, Emberger 1930, Thornthwaite 1931, 1933, Gaussen 1954, 1955, Troll & Paffen 1964, Holdridge 1967, Walter 1970, 1976, Aschmann 1973, 1984, Di Castri 1973, Daget 1977, 1984, Rivas-Martínez 1993, 2004).

El balance hídrico positivo o negativo puede determinarse en términos simples mediante la relación entre las precipitaciones y las temperaturas. Los diagramas ombrotérmicos de Walter & Lieth (1967) implican un balance hídrico negativo cuando la precipitación expresada en mm (P) es inferior al doble de la temperatura expresada en °C (T):  $P < 2T$ . La Figura 1 muestra diagramas ombrotérmicos de diferentes estaciones meteorológicas con clima mediterráneo en el planeta; el valor de P se incrementa en la mitad del valor de T con el propósito de identificar la existencia de un período con balance hídrico negativo, denotado por una zona punteada. El verano está siempre ubicado en la parte central del eje X, que indica los meses del año, por lo que el eje X de los diagramas del hemisferio norte comienzan en enero y el de los del hemisferio sur en junio. El balance hídrico también podría ser expresado mediante la relación entre la precipitación (P) y la evapotranspiración potencial expresada en mm (EP).

Sin embargo, los distintos autores consideran de manera diferente los límites del clima mediterráneo, de acuerdo con los fundamentos conceptuales y las variables

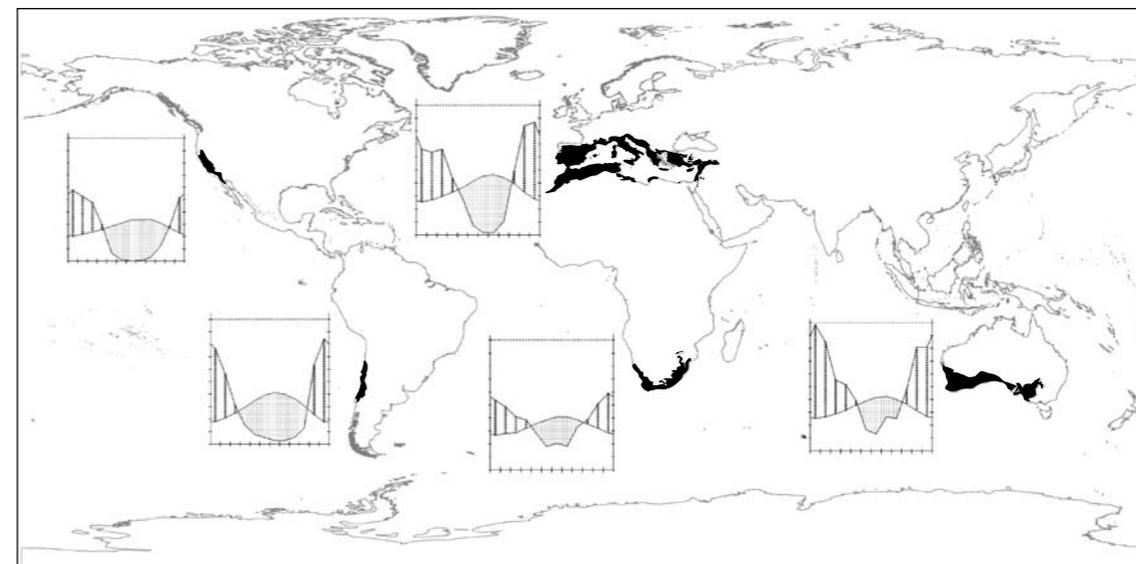


Figura 1. Ejemplos de diagramas ombrotérmicos de las diferentes zonas mediterráneas del planeta. La ubicación de las áreas en el mapa fue tomada de Olson *et al.* (2001); los datos de las estaciones meteorológicas fueron obtenidos del sitio <http://www.globalbioclimatics.org> y analizados con los recursos proporcionados por Rivas-Martínez *et al.* (2002). Las estaciones son las siguientes: California: San Luis Obispo (35°14'N, 120°38'W, 63 m); Chile Central: Santiago (33°33'S, 70°41'W, 506 m); Cuenca Mediterránea: Rabat Ville, Marruecos (34°00'N, 06°50'W, 68 m); Sudáfrica: Cape Agulhas (34°50'S, 20°01'E, 19 m); Australia: Esperance (33°49'S, 121°53'E, 25 m).

utilizadas para la definición de unidades climáticas. Di Castri & Hajek (1976) ofrecen una revisión crítica de las principales propuestas aplicadas a la realidad chilena.

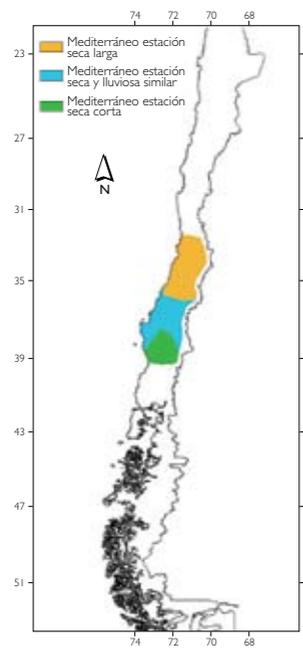
### LÍMITES DEL CLIMA MEDITERRÁNEO EN CHILE

Tal como ha sido planteado, la delimitación espacial del clima mediterráneo en Chile ha variado en función de los fundamentos en que los diferentes autores se han basado.

En la Figura 2 se ilustran los límites del clima mediterráneo en Chile según los diferentes autores: Fuenzalida (1965) utiliza la propuesta de Köppen (1948); Quintanilla (1974) se basa en Gaussen & Bagnouls (1953) y Bagnouls & Gaussen (1957); Di Castri & Hajek (1976) consideran los principios de Emberger (1953, 1955a, 1955b, 1958, 1959); Romero (1985) se basa en la propuesta de Peña & Romero (1977); y, finalmente, Amigo & Ramírez (1998) utilizan la clasificación de Rivas-Martínez (1993). No se ha incluido la propuesta de Gajardo (1948), quien toma como base la clasificación de Thornthwaite (1931, 1933), ya que su aplicabilidad a la realidad chilena es limitada (Di Castri & Hajek 1976). Las principales diferencias entre estas delimitaciones están en los límites norte y sur de la

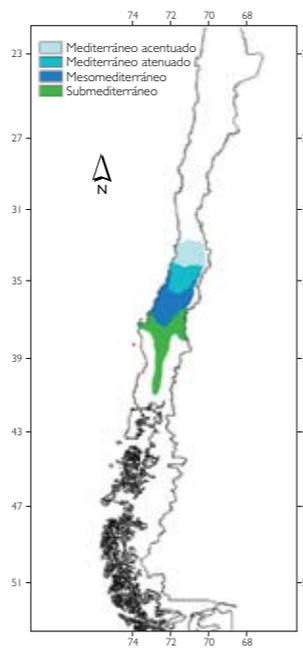
distribución del clima mediterráneo y en la inclusión de los ambientes altoandinos. Las subdivisiones al interior del clima mediterráneo también difieren (Figura 2).

En este trabajo enfatizamos la propuesta de Rivas-Martínez (1993, 2004), de acuerdo con la que Amigo & Ramírez (1998) proponen un límite climático mediterráneo-templado para Chile, que se ubica entre los paralelos 36° y 38°S. Esta propuesta se basa en la duración del período de aridez estival ( $P < 2T$ ), que en climas mediterráneos es mayor o igual a dos meses consecutivos (i.e.  $Los_2 < 2$ , Rivas-Martínez 1993, 2004). Este límite coincide con otras propuestas (Fuenzalida 1965, Caviedes & Daget 1984, Romero 1985). Sin embargo, Di Castri & Hajek (1976) y Santibañez (1984), extienden la zona mediterránea aún más al sur, aunque el límite entre las zonas mediterránea húmeda y perhúmeda (*op. cit.*, véase Figura 2) es equivalente al límite mediterráneo-templado de los otros autores (i.e. la zona mediterránea perhúmeda de Di Castri & Hajek (1976) presenta menos de dos meses de sequía estival), y es consistente con lo planteado por Ashmann (1973). Hay cierto acuerdo, sin embargo, entre los diferentes autores en que el límite sur del clima mediterráneo se encuentra aproximadamente a la latitud de 38°S por la depresión intermedia, aunque Quintanilla (1974) extiende la zona submediterránea aún más al sur, similar a la zona mediterránea perhúmeda de Di Castri & Hajek (1976) (Figura 2). La forma de "U" que se proyecta

Climas templados-cálidos  
con temperatura suficiente

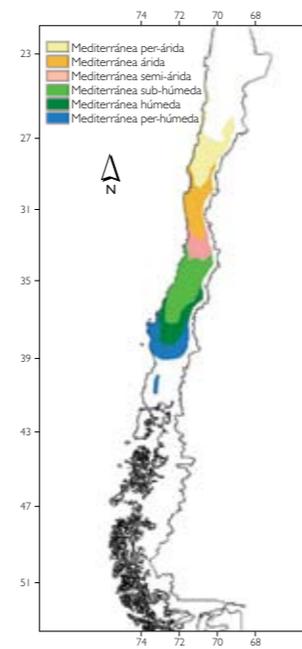
Fuenzalida (1965)

## Bioclima Mediterráneo

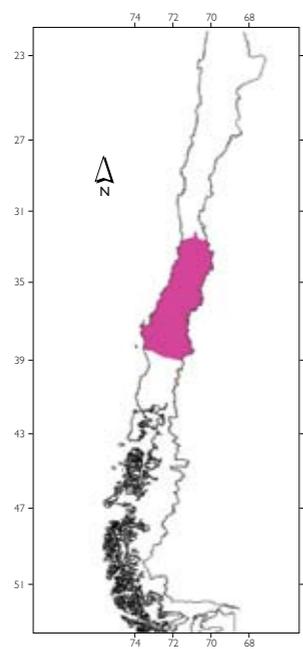


Quintanilla (1974)

## Clima con tendencia mediterránea

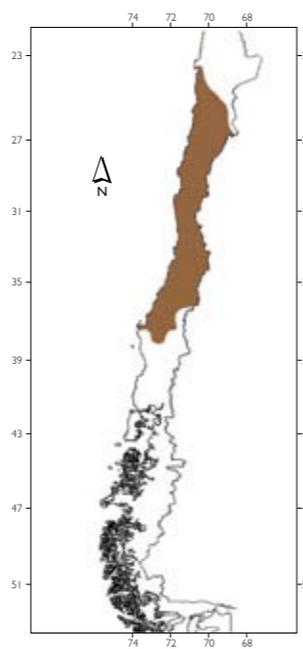


Di Castri &amp; Hajek (1976)

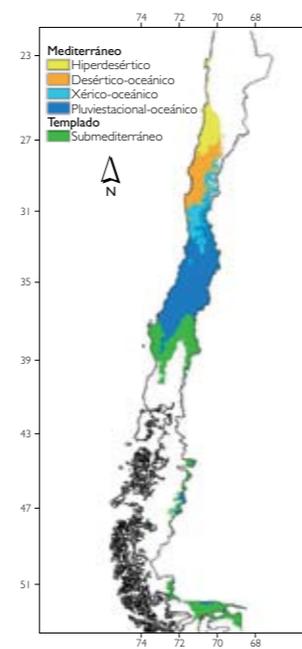
Región Mediterránea  
Clima con lluvias invernales

Romero (1985)

## Macrobioclima Mediterráneo



Amigo &amp; Ramirez (1998)

Macrobioclima Mediterráneo y  
Templado variante Submediterránea

Luebert &amp; Pliscoff (2006)

Figura 2. Comparación de las representaciones cartográficas de la distribución del clima mediterráneo en Chile según diferentes autores.

en el plano geográfico del límite sur del clima mediterráneo también es ampliamente compartida: esta se debe al efecto de sombra de lluvias que ejerce en esa zona la Cordillera de la Costa sobre su vertiente oriental y depresión intermedia, lo que implica una extensión de la aridez hacia el sur con relación a la vertiente occidental de ambas cordilleras, más húmedas. La inclusión de una zona submediterránea en la transición hacia el clima templado, que fue ya delimitada por Quintanilla (1974), es una idea también suscrita por otros autores, como Ashmann (1973), Caviedes & Daget (1984) y Rivas-Martínez (2005), aunque este último la incluye como una variante del macrobioclima templado (Figura 2, Luebert & Pliscoff 2006).

El límite norte del clima mediterráneo de Chile, en cambio, no es compartido: Fuenzalida (1965), Quintanilla (1974) y Romero (1985) lo sitúan a la latitud de Santiago (~33°S), mientras que Di Castri & Hajek (1976) y Amigo & Ramirez (1998) lo extienden más al norte, hasta zonas con un período de aridez de hasta 12 meses, pero con precipitaciones, aunque muy escasas, concentradas en el período invernal; también se observan diferencias en la forma que asume el límite norte entre las propuestas de estos dos últimos trabajos (Di Castri & Hajek 1976, Amigo & Ramirez 1998), la que podría equipararse con la inclusión de la variante tropical-antitropical en la propuesta de Amigo & Ramirez (1998) dentro del ámbito mediterráneo (cf. Luebert & Pliscoff 2006: 66).

La incorporación de la zona altoandina al clima mediterráneo es considerada por Romero (1985) y Amigo & Ramirez (1998), la que según Amigo & Ramirez (1998) es subdividida en pisos bioclimáticos de acuerdo con los ombrotipos y termotipos (véase Luebert & Pliscoff 2006). Fuenzalida (1965), Quintanilla (1974) y Di Castri & Hajek (1976) incluyen la zona altoandina en otra unidad climática más fría y/o con mayor continentalidad; esto último, sin embargo, no se ve corroborado por los análisis efectuados por Luebert & Pliscoff (2006).

La Figura 2 también muestra la delimitación del clima mediterráneo en Chile según lo presentado por Luebert & Pliscoff (2006), cuya expresión es básicamente la misma que la de Amigo & Ramirez (1998), ajustada con una mayor densidad de estaciones meteorológicas y con el uso de superficies climáticas (Hijmans *et al.* 2004, 2005). De acuerdo con los criterios y las fuentes de información utilizados, el clima mediterráneo en Chile según Luebert & Pliscoff (2006) incluye además algunos sectores marginales del área oriental de las regiones de Aisén y Magallanes en el sur de Chile (Figura 2) que se encuentran sometidos a efectos de sombra de lluvias, que presentan un período

estival de aridez y cuyas precipitaciones se concentran en la temporada invernal. Esta noción es coherente con los planteamientos de Rivas-Martínez (2005, véase Fernández-González 1997) y es coincidente con lo expuesto por Le Houerou (2004).

Muchos estudios se han referido al clima y su influencia sobre la vegetación en áreas mediterráneas (e.g. Di Castri & Mooney 1973, Di Castri & Goodall 1981, Long & Pons 1984, Specht 1988, Di Castri *et al.* 1988, Arroyo *et al.* 1994, Roy *et al.* 1995, Fouache 2003). De acuerdo con la circunscripción del clima mediterráneo de Chile expuesta por Luebert & Pliscoff (2006), la vegetación existente resulta ser muy variada, en concordancia con la extensión latitudinal y altitudinal del territorio abarcado y la consecuente variedad de pisos bioclimáticos presentes (véase Amigo & Ramirez 1998, Luebert & Pliscoff 2005, 2006). Las formaciones vegetales presentes han sido descritas y analizadas en estudios previos (Amigo & Ramirez 1998, Teillier 2003, Luebert & Pliscoff 2005, 2006, Pliscoff & Luebert 2006) y corresponden a matorrales desérticos y matorrales bajos desérticos en la zona norte, matorrales espinosos, bosques espinosos, matorrales esclerofilos, bosques esclerofilos y bosques caducifolios en la zona central, matorrales bajos de altitud y herbazales de altitud en la alta cordillera, y estepas y pastizales en la Patagonia austral.

## BIBLIOGRAFÍA

- Amigo, J. & C. Ramirez. 1998. A bioclimatic classification of Chile: woodland communities in the temperate zone. *Plant Ecology* 136: 9-26.
- Arroyo, M.T.K., P. Zedler & M. Fox, eds. 1994. *Ecology and biogeography of Mediterranean ecosystems in Chile, California, and Australia*. Springer-Verlag, New York.
- Ashmann, H. 1973. Distribution and peculiarity of mediterranean ecosystems. In: *Mediterranean type ecosystems. Origin and structure* (Di Castri, F. & H. Mooney, eds.). Springer-Verlag, New York. pp. 11-19.
- Ashmann, H. 1984. A restrictive definition of mediterranean climates. *Bulletin de la Société Botanique de France* 131: 21-30.
- Bagnouls, F. & H. Gaussen. 1957. Les climats biologiques et leur classification. *Annales de Géographie* 355: 193-220.
- Caviedes, E. & P. Daget. 1984. Les climats méditerranéens du Chili: Contribution pour une nouvelle synthèse. *Bulletin de la Société Botanique de France* 131: 205-212.

- Cowling, R.M., P.W. Rundel, B.B. Lamont, M.T.K. Arroyo & M. Arianoutsou. 1996. Plant diversity in mediterranean-climate regions. *Trends in Ecology and Evolution* 11: 362-366.
- Daget, P. 1977. Le bioclimat méditerranéen, caractères généraux, méthodes de classification. *Vegetatio* 34: 1-20.
- Daget, P. 1984. Introduction à une théorie générale de la méditerranéité. *Bulletin de la Société Botanique de France* 131: 31-36.
- Di Castri, F. 1973. Climatographical comparisons between Chile and the western coast of North América. In: *Mediterranean type ecosystems. Origin and structure* (Di Castri, F. y H. Mooney, eds.), Springer-Verlag, New York. pp. 21-36.
- Di Castri, F. & H. Mooney, eds. 1973. *Mediterranean type ecosystems. Origin and structure*. Springer-Verlag, New York.
- Di Castri, F. & E. Hajek. 1976. *Bioclimatología de Chile*. Vicerrectoría Académica, Universidad Católica de Chile, Santiago.
- Di Castri, F. & F.D. Goodall, eds. 1981. *Mediterranean type shrublands*. Elsevier, New York.
- Di Castri, F. Ch. Floret, S. Rambal & J. Roy, eds. 1988. Time scales and water stress. *Proceedings of the 5th International Conference on Mediterranean Ecosystems*, Paris.
- Echenique, A., C. Kenrick & M.V. Legassa. 2002. Jardín Botánico Chagual: una creación necesaria para la ciudad de Santiago de Chile. *Chloris Chilensis* 5(2). <http://www.chlorischile.cl>
- Emberger, L. 1930. La végétation de la région méditerranéenne. *Essai d'une classification des groupements végétaux*. *Revue Générale de Botanique* 42: 642-662, 705-721.
- Emberger, L. 1953. La végétation de l'Italie d'après A. Giacobbe, et remarques sur la méthode en géographie botanique, écologique. *Recueil des Travaux du Laboratoire de Botanique, Géologie et Zoologie (Faculté des Sciences, Montpellier)*, Série Botanique, Fase 6: 19-29.
- Emberger, L. 1955a. *Projet d'une classification biogéographique des climats*. *Annales de Biologie* 31(5-6): 249-255.
- Emberger, L. 1955b. *Une classification biogéographique des climats*. *Recueil des Travaux des Laboratoires de Botanique, Géologie et Zoologie (Faculté des Sciences, Montpellier)*, Série Botanique, Fase 7: 3-43.
- Emberger, L. 1958. Afrique du nord et Australie méditerranéenne. En: *Climatology and microclimatology (Proceedings of the Canberra Symposium)*, Unesco, Paris. pp. 141-147.
- Emberger, L. 1959. La place de l'Australie méditerranéenne dans l'ensemble des pays méditerranéens du Vieux Monde. (Remarques sur le climat méditerranéen de l'Australie). *Biogeography and Ecology in Australia (Monographiae Biologicae)* 8: 259-273.
- Fernández-González, F. 1997. *Bioclimatología*. En: *Botánica* (Izco, J., E. Barreno, M. Brugués, M. Costa, J. Devesa, F. Fernández-González, T. Gallardo, X. Llimona, E. Salvo, S. Talavera & B. Valdés, eds.), McGraw Hill, Madrid. pp. 607-682.
- Fouache, E., ed. 2003. *The mediterranean world, environment and history*. Elsevier, France.
- Fuenzalida, H. 1965. *Clima*. En: *Geografía Económica de Chile, Texto Refundido, Corporación de Fomento de la Producción*, Santiago. pp. 99-152.
- Gajardo, A. 1948. *Estudio crítico de la fórmula climática de C. W. Thornthwaite relacionada con los suelos de Chile*. Tesis Univ. de Chile. Santiago.
- Gausson, H. 1954. *Rapport général sur la cartographie écologique. Les divisions écologiques du monde*. Colloque international CNRS, Paris.
- Gausson, H. & F. Bagnouls. 1953. *Saison seche et indice xerothermique*. Université de Toulouse, Faculté des Sciences, Toulouse, Francia.
- Gausson, H. 1955. *Détermination des climats par la méthode des courbes ombrothermiques*. *Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences* 240: 642-644.
- Hijmans, R.J., S. Cameron & J. Parra. 2004. *WorldClim, version 1.3. A square kilometer resolution database of global terrestrial surface climate*. [biogeo.berkeley.edu/worldclim/worldclim.htm](http://biogeo.berkeley.edu/worldclim/worldclim.htm)
- Hijmans, R.J., S. Cameron, J.L. Parra, P.G. Jones & A. Jarvis. 2005. *Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas*. *International Journal of Climatology* 25: 1965-1978.
- Holdrige, L.R. 1967. *Life zone ecology*. San José.
- Köppen, W. 1918. *Klassifikation der Klimate nach Temperatur, Niederschlag und Jahreslauf*. *Petermanns Geographische Mitteilungen* 64: 193-203, 243-248.
- Köppen, W. 1931. *Grundriss der Klimakunde*. Berlin y Leipzig.
- Köppen, W. 1948. *Climatología*. Fondo de Cultura Económica, México.
- Le Houerou, H.N. 2004. *An agro-bioclimatic classification of arid and semiarid Lands in the isoclimatic Mediterranean zones*. *Arid Land Research and Management* 18: 301-346.
- Long, G. & A. Pons, eds. 1984. *Bioclimatologie Méditerranéenne*. Société Botanique de France, Paris.
- Luebert, F. & P. Plissock. 2005. *Bioclimas de la Cordillera de la Costa del centro-sur de Chile*. En: *Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros de Chile* (Smith, C., J. Armesto & C. Valdovinos, eds.), Editorial Universitaria, Santiago. pp. 60-73.

- Luebert, F. & P. Plissock. 2006. *Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile*. Editorial Universitaria, Santiago.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystem and Human Well-being: Biodiversity Síntesis*. World Resources Institute, Washington, DC.
- Myers, N., R.A. Mittermeier, C.G. Mittermeier, G.A.B. da Fonseca y J. Kent. 2000. *Biodiversity hotspots for conservation priorities*. *Nature* 403: 853-858.
- Olson, D., E. Dinerstein, E. Wikramanayake, E. Burgess, G. Powell, E. Underwood, J. D'Amico, I. Itoua, H. Strand, J. Morrison, C. Loucks, T. Allnutt, T. Ricketts, Y. Kura, J. Lamoreux, W. Wettengel, P. Hedao & K. Kassem. 2001. *Terrestrial ecoregions of the world: A new map of life on earth*. *Bioscience* 51: 933-938.
- Peña, O. & H. Romero. 1977. *Sistemas en Climatología (Aplicación a una clasificación genética de los climas chilenos)*. *Notas Geográficas (Valparaíso)* 8: 7-15.
- Plissock, P. & F. Luebert. 2006. *Ecosistemas terrestres*. En: *Biodiversidad de Chile: Patrimonio y desafíos*. Comisión Nacional del Medio Ambiente, Santiago.
- Quintanilla, V. 1974. *La carta bioclimática de Chile Central*. *Revista Geográfica de Valparaíso* 5: 33-58.
- Rivas-Martínez, S. 1993. *Clasificación bioclimática de la Tierra*. *Folia Botanica Matritensis* 10: 1-23.
- Rivas-Martínez, S. 2004. *Global Bioclimatics (Clasificación Bioclimática de la Tierra)*. Phytosociological Research Center, Madrid.
- Rivas-Martínez, S., D. Sanchez-Mata y M. Costa. 1999. *Syntaxonomical synopsis of the potential natural plant communities of North América, II*. *Itinera Geobotanica* 12: 5-316.
- Rivas-Martínez, S., A. Penas, M.A. Luengo y S. Rivas-Sáenz. 2002. *Worldwide bioclimatic Classification System. Climate and Biosphere CD-Series II*. Backhuys Publishers, Leiden.
- Romero, H. 1985. *Geografía de Chile: Geografía de los climas*. Instituto Geográfico Militar, Santiago.
- Roy, J., J. Aronsom y F. di Castri, eds. 1995. *Time scales of biological responses to water constraints: the case of mediterranean biota*. SPB Academic Publishing, Amsterdam.
- Santibañez, F. 1984. *Zonificación agroclimática del Chili mediterráneo integrada a l'análisis agro-ecológico*. *Bulletin de la Société Botanique de France* 131: 481-490.
- Specht, R.L., ed. 1988. *Mediterranean type ecosystems. A data source book*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Teillier, S. 2003. *Mediterranean forests in Chile: limits, communities and dynamics*. In: *The mediterranean world, environment and history* (Fouache, E., ed.), pp. 215-232. Elsevier, France.
- Thornthwaite, C.W. 1931. *The climates of North América according to a new classification*. *Geographical Review* 21: 633-655.
- Thornthwaite, C.W. 1933. *The climates of the Earth*. *Geographical Review* 23: 433-440.
- Troll, C. & K. Paffen. 1964. *Die Jahreszeitenklimate der Erde*. *Erkunde* 18: 1-28.
- Walter, H. 1970. *Vegetationszonen und Klima*. Stuttgart.
- Walter, H. 1976. *Die ökologische Systeme der Kontinente*. Stuttgart.
- Walter, H. & H. Lieth. 1967. *Klimadiagramm-Weltatlas*. Fischer, Jena.

## Carlos Reiche y Ángel L. Cabrera: notables botánicos que contribuyeron al conocimiento de la familia Compuestas en Chile

Mélica Muñoz-Schick  
Botánica

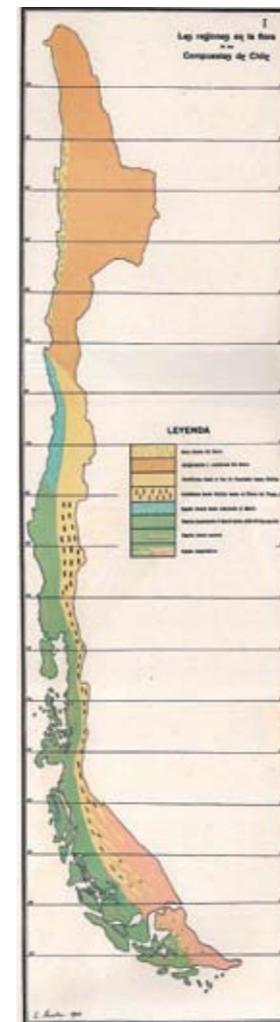
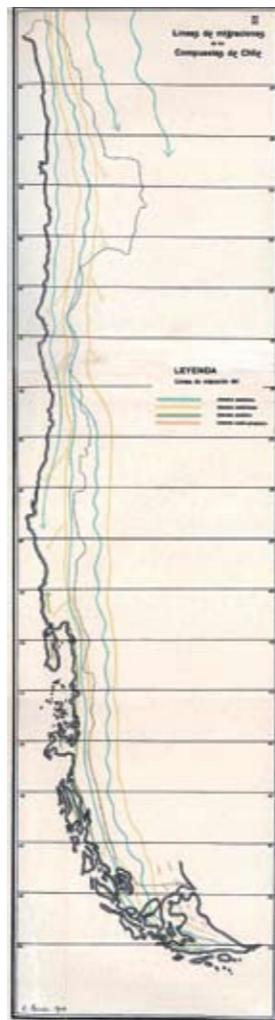
Museo Nacional de Historia Natural  
mmunoz@mnhn.cl



**CARLOS  
REICHE**  
(1860–1929)

Carlos (Karl) Reiche, botánico alemán, doctor en Ciencias Naturales, llegó a Chile en 1889 contratado como profesor por el Liceo de Constitución. Desde esa ciudad inició sus viajes de exploración por nuestro país, principalmente hacia el sur. En 1896 se puso en contacto con R. A. Philippi, del Museo Nacional de Historia Natural, y en 1902 lo nombraron allí Jefe de la Sección Botánica. Ya había iniciado sus publicaciones sobre plantas chilenas (*Liliaceae*, *Viola*, *Oxalis* y plantas en cojín) para la obra de A. Engler y K. Prantl "Die natürlichen Pflanzenfamilien". Como en el museo disponía de una amplia biblioteca y de los herbarios reunidos hasta la fecha por diversos naturalistas, se planteó la necesidad de realizar una obra crítica sobre la flora de Chile, cuyos resultados los publicó en 53 entregas en los Anales de la Universidad de Chile (1894–1909) y que también aparecieron en seis tomos entre 1896 y 1911. Esta valiosa obra, aunque no trataba todas las familias de Fanerógamas, reunía los conocimientos sobre nuestra flora e incluía por primera vez claves para la identificación de géneros y especies. Se mantuvo vigente por muchos años y aún es consultada para aquellas familias que no tienen tratamientos más modernos.

Reiche se dedicó también a revisiones de géneros y familias (*Gomortega*, *Azara*, *Calandrinia*, *Nothofagus*, *Calyceae*, *Lenzia* y *Orchidaceae*), de clases como *Coniferae*, a relatar sus viajes de exploración, a la flora de Isla Mocha, a diversos estudios vegetacionales y a su gran contribución a la geografía botánica, con "Grundzüge der Pflanzenverbreitung in Chile" (1907), la primera obra sobre fitogeografía chilena, traducida por G. Looser en 1934 como "Geografía Botánica de Chile". Por esta obra se le otorgó la Medalla Científica de la Academia Internacional de Geografía Botánica Le Mans, en 1910. Un gran antecedente para esa obra fue su exhaustivo análisis de la distribución de las Compuestas en Chile,



publicado en 1905, que fue uno de los primeros o el primer trabajo netamente biogeográfico para la flora de Chile. En él, Reiche expone no sólo la distribución de las Compuestas sino que propone una sectorización biogeográfica del país sobre la base de este grupo, así como posibles vías de migración de los taxones. En la Figura 1 se pueden apreciar los dos mapas que acompañan el trabajo.

Su recorrido por el país fue, en el norte, el desierto de Atacama (entre Calama y Vallenar) y junto a R. Pohlmann, las quebradas de Vitor y Camarones en la Región de Tarapacá; algo de la zona central, y por el sur la Patagonia occidental y austral. En el museo se conserva el 80% de sus ejemplares tipo y todo el resto de su colección.

Dejó nuestro país en 1911, llamado por la Universidad de México, donde también realizó una importante labor científica; ese mismo año fue nominado miembro de la Sociedad Botánica Alemana. En 1924 volvió a Alemania, al Archivo Botánico de Munich (Botanische Staatssammlung München), donde trabajó cinco años. Sus obras sobre Compuestas siguen vigentes mientras no haya un tratamiento conjunto de esta diversa familia.

### BIBLIOGRAFÍA DE CARLOS REICHE\* RELATIVA A COMPUESTAS

1901. Estudios críticos sobre la flora de Chile (Compositae). Anales Univ. Chile 109: 325-376 (o Flora de Chile 3:330-381, 1902).

1902. Estudios críticos sobre la flora de Chile (Compositae). Anales Univ. Chile 111: 151-196 (o Flora de Chile 4: 1-46, 1905).
1903. Estudios críticos sobre la flora de Chile (Compositae). Anales Univ. Chile 112: 97-179; 269-290; 397-443 (o Flora de Chile 4: 46-128; 128-149; 149-195, 1905).
1903. Estudios críticos sobre la flora de Chile (*Senecio*). Anales Univ. Chile 113: 367-389 (o Flora de Chile 4: 195-217, 1905).
1904. Estudios críticos sobre la flora de Chile (*Senecio* y Compositae). Anales Univ. Chile 114: 147-201; 455-481; 735-738 (o Flora de Chile 4: 219-273; 273-299; 299-302, 1905).
1904. Estudios críticos sobre la flora de Chile (Compositae). Anales Univ. Chile 115: 91-120; 311-352; 563-583 (o Flora de Chile 4: 302-331; 331-371; 371-391, 1905).
1905. La distribución geográfica de las Compuestas de la flora de Chile. Anales Mus. Nac. Chile, Secc. Bot. 17: 1-45, 1 mapa.
1905. Estudios críticos sobre la flora de Chile (Compositae y otras familias). Anales Univ. Chile 116: 169-210; 415-448; 575-606 (o Flora de Chile 4: 391-433; 433-466; Flora de Chile 5: 1-32, 1910).
1905. Estudios críticos sobre la flora de Chile (Compositae y otras familias y géneros). Anales Univ. Chile 117: 189-208 (o Flora de Chile 5: 32-52; 437-463, 1910).
1907. Grundzüge der Pflanzenverbreitung in Chile. Veg. Erde 8. Leipzig 374 pp., 33 lám., 2 mapas. Traducción de G. Looser 1934: "Geografía Botánica de Chile", Santiago, 2 Vol.

\*Una completa bibliografía de Reiche disponible en Marticorena 1992. La obra completa de la Flora de Chile se puede descargar desde <http://www.efloras.org/>



**ÁNGEL LULIO  
CABRERA**  
(1908–1999)

Nació en Madrid el 19 de octubre de 1908 y vivió allí su niñez y adolescencia. Fue hijo de Ángel Cabrera, uno de los más destacados zoólogos y paleontólogos de su tiempo.

En 1925 toda la familia se trasladó a Argentina, donde el padre sería investigador del Museo de La Plata. A los 18 años Ángel Lulio recibió "el primer llamado" de la botánica: realizó junto a su padre un viaje a la Patagonia, en el cual se encargó de recolectar plantas e insectos y

ayudó a embalsamar los animales que cazaba el padre. A su regreso y a instancias del profesor de botánica Augusto Scala, del Museo de La Plata, identificó las plantas recolectadas y comenzó su idilio con la botánica sistemática. El encuentro con Lorenzo R. Parodi, profesor entonces de la Facultad de Agronomía, quien luego sería su maestro, fue fundamental. En 1931 recibió su doctorado en Ciencias Naturales e inició una exitosa carrera docente, donde conoció todos los escalones, desde ayudante hasta profesor emérito (Crisci 2000).

Su labor de investigación ha sido mundialmente reconocida. La calidad y cantidad de su producción científica es de tal magnitud que hace ya largo tiempo dio paso a la leyenda (Crisci 2000). De la botánica sistemática pasó por gravitación natural a la fitogeografía y a la ecología. Sus trabajos sobre la sistemática de las Compuestas, la flora argentina y la Biogeografía de América Latina (Cabrera & Willink 1973) son considerados clásicos y de consulta obligada. Jorge Crisci (2000), gran botánico argentino, ilustra que Cabrera "vivía en una esfera más alta de pensamiento, a la cual los otros hombres se elevan con trabajo y dificultad; no tenía más que abrir sus ojos para ver el mundo vegetal y sus relaciones a la luz verdadera, mientras que los demás hombres deben hacer trabajosos análisis y cuidadoso control sobre las fuentes de error para llegar a conclusiones similares".

Su relación con botánicos del Museo Nacional de Historia Natural (Marcial Espinosa, Rebeca Acevedo y Carlos Muñoz) le permitió acceder a las colecciones del herbario SGO y realizar una amplia contribución a la flora de Chile, ya sea con revisiones de géneros o de aquéllos en común con Argentina y Sudamérica. Se presentan a continuación sólo los relativos a Chile, de la familia Compuestas, ya clásicos y de consulta permanente:

#### BIBLIOGRAFÍA SELECCIONADA DE ÁNGEL L. CABRERA

1931. Revisión de las especies sudamericanas del género *Grindelia*. Revista Mus. La Plata 33: 207-249, 9 lám.  
1932. La distribución geográfica del género *Microopsis* (Compositae). Bol. Soc. Esp. Hist. Nat. 32: 427-434.  
1934. Una Compuesta nueva del sur de Chile. Revista Chilena Hist. Nat. 38: 85-87.  
1936. Notas sobre las Compuestas chilenas. Revista Chilena Hist. Nat. 40: 223-233.

1937. Revisión del género *Chaetanthera* (Compositae). Revista Mus. La Plata, Secc. Bot. 1: 87-210, 4 lám.  
1945. Sinopsis del género *Lepidophyllum* (Compositae). Bol. Soc. Argent. Bot. 1(1): 48-58.  
1946. Rehabilitación del género *Chersodoma* Philippi (Compositae). Revista Mus. La Plata, Secc. Bot. 6: 343-355, 5 lám.  
1949. Sinopsis del género *Soliva* (Compositae). Notas Mus. La Plata, Bot. 14: 123-139.  
1949. El género *Erechtites* en Chile. Notas Mus. La Plata, Bot. 14: 75-79.  
1949. El género *Senecio* en Chile. Lilloa 15: 27-501.  
1954. Las especies del género *Nardophyllum*. Notas Mus. La Plata, Bot. 17: 55-66.  
1958. El género *Belloa* Remy. Bol. Soc. Argent. Bot. 7(2): 79-85.  
1959. Revisión del género *Dasyphyllum* (Compositae). Revista Mus. La Plata, Secc. Bot. 9: 21-100, 8 lám.  
1961. Observaciones sobre las Inuleae-Gnaphalineae (Compositae) de América del Sur. Bol. Soc. Argent. Bot. 9: 359-386.  
1965. Revisión del género *Mutisia* (Compositae). Opera Lilloana 13:1-227.  
1966. The genus *Lagenophora* (Compositae). Blumea 14: 285-308.  
1971. Revisión del género *Gochmatia* (Compositae). Revista Mus. La Plata, Secc. Bot. 12: 1-160.  
1973. Cabrera A & A Willink. Biogeografía de América Latina. Serie de Biología, Monografías OEA 13: 1-120  
1982. Revisión del género *Nassauvia* (Compositae). Darwiniana 24(1-4): 283-379.

#### FUENTES Y REFERENCIAS

- Crisci JV. 2000. Ángel Lulio Cabrera (1908 - 1999). Bol. Soc. Argent. Bot. 35(1-2): 179-180.  
Marticorena C. 1992. Bibliografía Botánica Taxonómica de Chile. Monographs in Systematic Botany, Missouri Botanical Garden 41: 1-587.  
Marticorena C. 1995. Historia de la exploración botánica en Chile. Pp. 1-62, en: Marticorena C & R Rodríguez. Flora de Chile, Vol. 1. Univ. Concepción, 351 pp.  
Muñoz M. 1991. 100 años de la Sección Botánica del Museo Nacional de Historia Natural (1889 - 1989). Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. 42: 181-202.

## Estudios de propagación de geófitas chilenas

Flavia Schiappacasse  
Facultad de Ciencias Agrarias  
Universidad de Talca  
Casilla 747, Talca, Chile  
fschiap@utalca.cl

Mark Bridgen  
Cornell University  
3059 Sound Ave.  
Riverhead, NY 11901, EE.UU.  
mpb27@cornell.edu

Patricio Peñailillo  
Instituto de Biología Vegetal y Biotecnología  
Universidad de Talca  
Casilla 747, Talca, Chile  
ppenaili@utalca.cl

Paola Yáñez  
Instituto de Biología Vegetal y Biotecnología  
Universidad de Talca  
Casilla 747, Talca, Chile  
pyanez@utalca.cl

### INTRODUCCIÓN

Existen alrededor de 40 géneros de geófitas, que crecen naturalmente en Chile (De Hertogh & Le Nard, 1993), de los cuales la mayoría pertenece a las monocotiledóneas petaloideas siendo escasos aquellos de las dicotiledóneas (Anemone, Oxalis y Tropaeolum). Alrededor de 19 de los géneros de monocotiledóneas son endémicos (Muñoz & Moreira, 2000). Las geófitas chilenas se distribuyen a través del país, entre Arica (18°29'S) y Tierra del Fuego (54°20'S); sin embargo, la mayor diversidad se encuentra en la parte central del país (Hoffmann *et al.*, 1998), la cual posee un clima de tipo mediterráneo.

El crecimiento urbano y las actividades agrícolas y forestales están afectando el estado de conservación de las geófitas chilenas. Su grado de endemismo, sus poblaciones de pequeño tamaño y su localización las hacen más susceptibles que otras plantas a cualquier cambio en su hábitat.

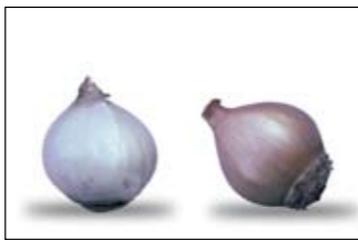
El estudio biológico de las geófitas chilenas es necesario tanto para su domesticación como para su conservación *ex situ*. Aunque se han realizado estudios de fisiología de la floración en *Leucocoryne* (Kim & Ohkawa, 1998; Kim *et al.*, 1998a; Kroon, 1989; Ohkawa *et al.*, 1998), y *Zephyra* (Kim & Ohkawa, 1997; Kim *et al.*, 1996, 1997, 1998b), existen pocos estudios en relación con la multiplicación por semillas o vegetativa de las geófitas chilenas (Thompson & Newman, 1979; King & Bridgen, 1990; Bridgen, 1991; Lu *et al.*, 1995; De la Cuadra *et al.*, 2002).

A continuación se exponen algunos resultados de nuestra experiencia en propagación por semillas y vegetativa de 19 especies de geófitas chilenas.

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### Material vegetal

Los estudios fueron realizados entre los años 1997 y 2001 con las siguientes especies de geófitas chilenas: *Bomarea salsilla* (Alstroemeriaceae), *Calydorea xiphoides* (Iridaceae), *Conanthera bifolia* (Tecophilaeaceae), *Herbertia lahue* (Iridaceae), *Leucocoryne coquimbensis*, *L. ixioides*, *L. purpurea* (Alliaceae), *Libertia sessiliflora* (Iridaceae), *Pasithea caerulea* (Hemerocallidaceae), *Phycella australis*, *Placea*

Figura 1: *Calydorea xiphioides* y su bulbo.Figura 2: *Leucocoryne purpurea* y su bulbo.Figura 3: *Conanthera bifolia* y su corno.

*arzae*, *Rhodophiala bagnoldii*, *R. phycelloides* (Amaryllidaceae) y *Tecophilaea violiflora* (Tecophilaeaceae), las cuales crecen en las zonas semidesértica y mediterránea esclerofila y *Alstroemeria pseudospathulata* (Alstroemeriaceae) *R. montana*, *R. rhodolirion*, *R. splendens* (Amaryllidaceae) y *Tropaeolum polyphyllum* (Tropaeolaceae), de los Andes de la zona central (Grau, 1995).

Las semillas y propágulos vegetativos (bulbos, cormos, tubérculos, etc.) de estas especies fueron recolectados desde su hábitat natural en diferentes sitios donde las especies eran abundantes. Estos hábitat incluyeron plantaciones nuevas de pinos, orillas de caminos rurales, espinal de *Acacia caven*, y cordilleras de la Costa y de los Andes. Todos los experimentos fueron realizados en instalaciones de la Universidad de Talca, (35°23' S y 71°40' W, 110 m. de altura).

#### Técnicas de germinación de semillas

Las semillas fueron almacenadas en envases sellados con gel de sílice, a temperatura ambiente. En todas las especies estudiadas, excepto en *Alstroemeria pseudospathulata* y *Bomarea salsilla*, en primer lugar las semillas se sembraron en condiciones estándar, consistentes en una temperatura de 20°C constante con humedad y sin tratamiento previo. Si las semillas no germinaron, o lo hicieron en bajos porcentajes, se aplicaron diferentes tratamientos a otros grupos de semillas. Estos tratamientos

fueron escarificación mecánica por medio de papel lija o un cuchillo, escarificación química con ácido sulfúrico por inmersión durante un determinado periodo de tiempo (hasta un cambio de color en la cubierta de la semilla), escarificación por medio de agua caliente, inmersión en hipoclorito de sodio y estratificación a 8°C. Se realizaron tratamientos de germinación bajo oscuridad poniendo las semillas en cajas de acrílico cubiertas con papel aluminio. Todas las semillas fueron inicialmente remojadas en agua 1 o 2 días, a menos que se indique que se haya hecho de otra forma. Las semillas fueron sembradas en papel filtro plegado dentro de cajas de acrílico y fueron puestas en salas de germinación mantenidas a diferentes temperaturas (dependiendo del experimento) bajo iluminación artificial constante. Cuando se aplicó estratificación, las semillas fueron mantenidas en un refrigerador a temperatura promedio de 8°C, utilizándose agua destilada para humedecer el papel filtro, y un fungicida (Thiram) fue aplicado a las semillas. En la mayoría de los experimentos, se utilizaron repeticiones de 25 semillas cada una. La germinación fue registrada después de tres, cuatro, cinco y siete días,

Figura 4: *Libertia sessiliflora* y su rizoma.Figura 5: *Pasithea caerulea* y su rizoma.Figura 6: *Rhodophiala phycelloides* y su bulbo.

y luego semanalmente. Se definió como germinación el momento en que la radícula era claramente visible. Los valores de germinación fueron expresados como porcentaje. Éstos fueron transformados por la función del arcoseno para su análisis estadístico. A todos los datos se les aplicó análisis de varianza, y el test de comparaciones múltiples de Duncan cuando correspondió. Se realizaron diferentes experimentos entre los años 1998 y 2001 hasta lograr un resultado satisfactorio en cada especie.

#### Técnicas de propagación vegetativa en propágulos

Las diferentes técnicas de propagación vegetativa utilizadas comercialmente en especies geófitas fueron revisadas en diferentes publicaciones: Hartmann *et al.* (1997), Rees (1992), van Leeuwen & van der Weijden (1997) y Mori *et al.* (1997). Para cada geófito estudiada, se probaron diferentes técnicas, considerando las características del órgano de reserva, en particular su tipo y tamaño. Se aplicó división

a cormos, rizomas y pequeños bulbos; cortes, estrellado, vaciado y escamas gemelas se aplicaron a bulbos de tamaño más grande. Todas las técnicas fueron aplicadas durante el periodo de receso de los propágulos. Para determinar el tamaño de éstos se midió el perímetro o circunferencia, excepto en rizomas, donde se midió la longitud. Después de los cortes se realizó una desinfección por medio de la inmersión en una solución fungicida (Benomyl y Captan, 2 g/L de cada uno). Las secciones fueron luego puestas en contenedores plásticos llenos con aserrín fresco de pino como sustrato, y fueron mantenidas en camas de propagación a 20°C por medio de cables calefactores. La humedad del sustrato y la temperatura fueron revisadas a diario. Después de 3 meses las secciones fueron removidas de los contenedores y se registró el número de nuevos propágulos formados. Se calculó la tasa de multiplicación, correspondiente al número de unidades obtenidas por propágulo inicial. En la mayoría de los casos no fue posible realizar análisis estadístico, ya que el número de propágulos iniciales del mismo tamaño fue demasiado pequeño.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Germinación de semillas

Aunque los requerimientos de germinación de las diferentes especies varía, algunos grupos de especies mostraron un similar patrón de respuesta. Las semillas de *Alstroemeria pseudospathulata* y *Bomarea salsilla* germinaron después de un tratamiento de calor seguido por frío, que consistió de 4 semanas a 25°C, seguido por 4 u 8 semanas a 8°C (Tabla 1).

En otras especies el porcentaje más alto de germinación se logró cuando las semillas fueron estratificadas a una temperatura promedio de 8°C. Este fue el caso de: *Conanthera bifolia*, *Leucocoryne purpurea*, *L. coquimbensis*,

**Tabla 1.** Efecto del tratamiento de temperatura de 25°C seguido por 8°C sobre el porcentaje de germinación de semillas de *Alstroemeria pseudospathulata* y *Bomarea salsilla*. Resultados de la evaluación realizada al término del periodo a 8°C.

Especie	Número de semanas a		Germinación (%)
	25°C	8°C	
<i>A. pseudospathulata</i>	4	5	42.5
<i>Bomarea salsilla</i>	4	8	71.4

**Tabla 2.** Porcentajes de germinación de semillas de seis geófitas mantenidas a 15°C o 20°C después de un periodo de frío a 8°C. El periodo de frío varió de tres a seis semanas, dependiendo de la especie.

Especie	Periodo de frío (semanas) (8°C)	Germinación (%)			
		Con frío		Sin frío	
		15°C	20°C	15°C	20°C
<i>Conanthera bifolia</i>	6	92.07	83.0	0	0
<i>Leucocoryne coquimbensis</i>	3-4	NP	90.7	NP	1.3
<i>Leucocoryne ixiooides</i>	5-6	NP	94.6	NP	0
<i>Leucocoryne purpurea</i>	3-4	NP	92.0	NP	10.7
<i>Rhodophiala rhodolirion</i>	3	89.0	98.0	1.0	14.0
<i>Tropaeolum polyphyllum</i>	4-6	55.6	NP	12.5	NP

NP= tratamiento no probado

**Tabla 3.** Efecto de tres regímenes de temperatura sobre el porcentaje de germinación de semillas de tres especies de geófitas. Para cada especie, los valores son los registrados al final del experimento, cuya duración se indica en la columna de tiempo.

Especie	Tiempo (semanas)	Temperatura (°C)		
		8 °C	15 °C	20 °C
		Germinación (%)		
<i>Phycella australis</i>	10	97.5	51.0	0
<i>Placea arzae</i>	3	85.0	50.0	NP
<i>Tecophilaea violiflora</i>	8	96.7	NP	60.0

NP= tratamiento no probado

*L. ixiooides*, *Rhodophiala rhodolirion*, y *Tropaeolum polyphyllum*. La duración del tratamiento de frío y la mejor temperatura para germinar después de éste varió según la especie. En los tratamientos en los que no se aplicó frío antes de la siembra (tratamiento testigo) la germinación fue escasa o nula (Tabla 2).

Por otro lado, se observó un buen porcentaje de germinación a 15°C o 20°C sin otro tratamiento adicional en *Rhodophiala bagnoldii* (63-79%), *Rhodophiala montana* (91%), *Rhodophiala phycelloides* (98-100%), *Rhodophiala splendens* (83-95%), y *Herbertia lahue* (89-100%). Las semillas de *Calydorea xiphioides* mostraron un mayor porcentaje de germinación a 15°C (92.5%) que a 20°C (49.2%).

En el caso de *Phycella australis*, *Tecophilaea violiflora* y *Placea arzae*, la temperatura de germinación bajo la cual se logró la mejor germinación fue inferior a las temperaturas que se mencionaron para las especies anteriores; las semillas de estas tres especies alcanzaron más altos porcentajes de germinación a 8°C como temperatura constante, que a 15°C o 20°C (Tabla 3).

Las semillas de *Pasithea caerulea* germinaron adecuadamente después de ser remojadas en agua por tres días y mantenidas a 15°C sin otro tratamiento particular. *P. caerulea* alcanzó un 97% de germinación después de dos semanas de exposición a esa temperatura. Las semillas de *Libertia sessiliflora* sólo germinaron a 15°C y bajo iluminación constante, sin embargo, el más alto porcentaje de germinación que se obtuvo en esta especie fue de alrededor de 25%. La razón de este bajo porcentaje se atribuye a la baja viabilidad de la semilla, determinada por la prueba del Tetrazolio (Hartmann *et al.*, 1997).

### Propagación vegetativa

Las plantas de *Pasithea caerulea* se dividieron verticalmente en dos secciones durante la etapa de crecimiento vegetativo activo. Después de 3 semanas, se obtuvo una nueva planta de cada sección, sin embargo la sobrevivencia de éstas no fue alta, por lo que el método debe mejorarse. El mismo método fue aplicado a plantas de *Libertia sessiliflora*, pero en este caso la sobrevivencia fue muy buena. Las plantas de *Alstroemeria pseudospathulata* no sobrevivieron al trasplante, a pesar de intentarlo repetidas veces, por lo que no se aplicaron técnicas de propagación vegetativa. En otra especie de *Alstroemeria* (*A. ligtu*) se aplicó exitosamente la técnica de división, por lo que el problema se atribuyó a diferencias de ubicación espacial de los puntos de crecimiento que presentaban las plantas de *A. pseudospathulata*.

Las estructuras subterráneas de *Tropaeolum polyphyllum*, *Tecophilaea violiflora* y *Bomarea salsilla* no fueron propagadas en forma vegetativa debido a la poca disponibilidad de material.

Las especies con bulbos más pequeños (*Calydorea xiphioides*, *Herbertia lahue* y *Leucocoryne* spp.) fueron divididas en dos secciones verticales, dando origen cada una entre 1 y 4 bulbillos. Se encontraron estructuras llamadas "droppers" en *Leucocoryne* spp., y similares estructuras se encontraron también en *Conanthera bifolia*. Cormos de diferente tamaño de *Conanthera bifolia* fueron divididos en 2 secciones verticales, con buenos resultados. Se probó la división en 4 secciones en los cormos más grandes (perímetro superior a 6 cm), obteniéndose el mismo número de cormos hijos por cormo inicial que se obtuvo en los cormos divididos en 2 secciones, pero la distribución por tamaño de los nuevos cormos formados mostró más altos porcentajes de cormos de los tamaños más pequeños. En las especies con bulbos más grandes se pudo cortar en más secciones y se pudieron aplicar otros métodos. Los bulbos de *Phycella australis* fueron divididos en 2, 4 o 6 secciones, y también se realizó vaciado y estrellado; todos los métodos dieron buenos resultados. Los bulbos de *Placea arzae* fueron divididos satisfactoriamente en 2 o 4 secciones verticales. En las especies de *Rhodophiala*, todas las técnicas aplicadas fueron exitosas.

La propagación vegetativa natural, sin utilización de métodos artificiales, estudiada en bulbos y cormos fue muy escasa en todas las especies; las tasas de multiplicación variaron de 1 a 1.2. Estas tasas fueron mejoradas de forma importante con los métodos artificiales.

### Otras observaciones

Las especies que pudieron ser clasificadas como plantas de floración primaveral son: *Bomarea salsilla*, *Calydorea xiphioides*, *Conanthera bifolia*, *Herbertia lahue*, *Leucocoryne* spp., *Libertia sessiliflora*, *Pasithea caerulea*, *Phycella australis*, *Placea arzae*, *Rhodophiala bagnoldii*, *Rhodophiala phycelloides* y *Tecophilaea violiflora*. Todas estas plantas crecen, siguiendo a Grau (1995), en las zonas semidesértica y mediterránea esclerofila (desde la IV Región hasta la VIII Región). Las especies de floración estival son: *Alstroemeria pseudospathulata*, *Rhodophiala montana*, *R. rhodolirion*, *R. splendens* y *Tropaeolum polyphyllum*; todas ellas habitan los Andes de la zona central.

Los bulbos de *Herbertia lahue* pudieron florecer en una temporada desde semillas, y también desde bulbos cor-

tados en mitades. Las plantas de *Pasithea caerulea* también pudieron florecer desde semillas en una temporada, pero la inflorescencia fue considerablemente más pequeña que la desarrollada por plantas de más edad.

Las especies que florecieron consistentemente bajo condiciones de invernadero en Talca fueron *Bomarea salsilla*, *Calydorea xiphioides*, *Conanthera bifolia*, *Herbertia lahue*, *Leucocoryne* spp., *Libertia sessiliflora*, *Pasithea caerulea*, *Phycella australis*, *Rhodophiala bagnoldii*, *R. phycelloides* y *Tecophilaea violiflora*. Las especies que florecieron en forma errática fueron *Placea arzae*, *Rhodophiala montana*, *R. rhodolirion* y *R. splendens*.

## CONCLUSIONES

Las semillas de las diferentes especies que fueron estudiadas pueden ser propagadas eficientemente utilizando el tratamiento adecuado. La excepción es *Libertia sessiliflora*, en la cual ninguno de los tratamientos dio un buen resultado. Se recomienda para esta especie estudiar aspectos relacionados con la viabilidad de las semillas, como determinar el mejor momento para recolectarlas y las condiciones de almacenamiento, y encontrar un test apropiado para determinar la viabilidad para semillas de ese tamaño tan pequeño.

Todas las especies analizadas pueden ser propagadas vegetativamente por medio de métodos artificiales. La excepción fue *Alstroemeria pseudospathulata*.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Fundación para la Innovación Agraria (FIA, dependiente del Ministerio de Agricultura) por el financiamiento de este estudio.

## GLOSARIO

**geófito** = planta terrestre provista de estructura de almacenamiento subterránea, la cual le permite sobrevivir protegida bajo el suelo en épocas adversas.

**radícula** = raíz embrionaria.

## LITERATURA CITADA

- Bridgen M. 2001. A nondestructive harvesting technique for the collection of native geophyte plant species. *Herbertia* 56: 51-60.
- De Hertogh A. & Le Nard M. 1993. Botanical aspects of flower bulbs. En: De Hertogh A. & Le Nard M. (eds). *Physiology of flower bulbs*. Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam, Holanda.
- De la Cuadra C., Mansur, L., Verdugo, G. & Arraigada, L. 2002. Deterioration of *Leucocoryne* spp. seeds as a function of storage time. *Agricultura Técnica* 62(1): 46-55.
- Grau, J. 1995. Aspectos geográficos de la flora de Chile. En: Marticorena, C & Rodríguez, R. (eds.). *Flora de Chile I*: 63-83.
- Hartmann H.T., Kester D.E., Davies F.T. & Geneve R.L. 1997. *Plant propagation: principles and practices*. Sixth Edition. Prentice Hall. New Jersey.
- Hoffmann A.J., Liberona F. & Hoffmann A.E. 1998. Distribution and ecology of geophytes in Chile. Conservation threats to geophytes in Mediterranean-type regions. En: Rundell P.W., Montenegro G. & Jaksic F.M. (eds.). *Landscape degradation and biodiversity in Mediterranean-type ecosystems*. *Ecological Studies* 136: 231-253.
- Kim H.H. & Ohkawa K. 1997. *Zephyra elegans* D. Don as a cut flower. *Herbertia* 52: 26-30.
- Kim H.H. & Ohkawa K. 1998. Studies on the growth cycle and flowering control of *Leucocoryne coquimbensis* F.Phil. *Herbertia* 53: 64-71.
- Kim H.H., Ohkawa K. & Sakaguchi K. 1996. Effects of storage temperature and duration on flower development, emergence and flowering of *Zephyra elegans* D. Don. *Scientia Hort.* 67: 55-63.
- Kim H.H., Sakaguchi K. & Ohkawa K. 1997. *Zephyra elegans* D. Don, a potential new cormous crop. *Acta Hort.* 430: 133-137.
- Kim H.H., Ohkawa K. & Nitta E. 1998a. Effects of bulb weight on the growth and flowering of *Leucocoryne coquimbensis* F. Phil. *Acta Hort.* 454: 341-346.
- Kim H.H., Ohkawa K. & Sakaguchi K. 1998b. Effects of corm weight on the growth and flowering of *Zephyra elegans* D. Don. *Acta Hort.* 454: 335-340.
- King J.J. & Bridgen M.P. 1990. Environmental and genotypic regulation of *Alstroemeria* seed germination. *HortScience* 25: 1607-1609.
- Kroon G.H. 1989. Evaluate van *Leucocoryne* als nieuwe snijbloem. *Prophyta* 43: 15-16.
- Lu C., Ruan Y. & Bridgen M. 1995. Micropropagation procedures for *Leontochir ovallei*. *Plant cell, tissue and organ culture* 42: 219-221.
- Mori G., Hirai H. & Imanishi H. 1997. Vegetative propagation of *Nerine* bulbs by cross-cutting. *Acta Hort.* 430: 377-381.
- Muñoz M. & Moreira A. 2000. Géneros endémicos de monocotiledóneas. Chile. Available in <http://mnhn.cl/apuntes/botanica>.
- Ohkawa K., Kim H.H., Nitta E. & Fukazawa Y. 1998. Storage temperature and duration affect flower bud development, shoot emergence, and flowering of *Leucocoryne coquimbensis* F.Phil. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 123: 586-591.
- Rees A.R. 1992. *Ornamentals bulbs, corms and tubers*. C.A.B. International. Redwood Press Ltd., Melksham.
- Thompson P.A. & Newman, P. 1979. Germination of *Alstroemerias*. *The garden* 104(2): 75-76.
- Van Leeuwen P.J. & van der Weijden J.A. 1997. Propagation of specialty bulbs by chipping. *Proc. Seventh Intl. Symposium on Flower Bulbs (I)*: 351-353.

Este artículo fue publicado originalmente en la revista *Acta Horticulturae* N° 673, pp. 121-126.

## Conferencia Anual

## SUSTENTABILIDAD, ACTUEMOS DE ACUERDO A LO QUE PREDICAMOS (SUSTAINABILITY, WALKING THE TALK).

Este fue el sugerente y provocativo tema de la conferencia organizada por la "American Association of Public Gardens" (APGA), que se llevó a cabo en San Francisco, California, del 26 de junio al 1° de julio del corriente año, la cual congregó alrededor de 700 representantes de distintos jardines botánicos, principalmente de Estados Unidos y Canadá. Una delegación del proyecto del Jardín Botánico Chagual (JBCH) fue invitada a participar en este evento.

Estela Cardeza

Coordinación Relaciones Internacionales  
Jardín Botánico Chagual  
[estelamcd@terra.cl](mailto:estelamcd@terra.cl)

La Conferencia de la "American Association of Public Gardens" (Asociación Americana de Jardines Públicos, antes conocida por Asociación Americana de Jardines Botánicos y Arboreta, AABGA) se llevó a cabo en San Francisco California, del 26 de junio al 1° de julio del corriente año. Esta entidad constituye hoy la principal asociación de Jardines Botánicos de América del Norte. Cuenta con 500 instituciones miembro provenientes de 50 estados, el Distrito de Columbia, Canadá y siete de otros países del mundo. Su finalidad básica es favorecer el incremento de los conocimientos de los profesionales que trabajan en jardines botánicos, principalmente de América del Norte, a través del intercambio de información, el establecimiento de redes para el desarrollo profesional, el fomento de la toma de conciencia por parte del público y el apoyo a la investigación. Todo esto con la finalidad de que los jardines botánicos puedan contar con las herramientas necesarias para servir efectivamente a sus miembros, a los visitantes y la comunidad en general. Bajo el liderazgo y orientación de la APGA, se espera que los públicos en general y los botánicos en particular, se constituyan en elementos vitales para que la gente aprecie y comprenda el valor irremplazable de la conservación de las plantas.

Este evento, organizado por la APGA, contó con la colaboración del Jardín Botánico y el Invernadero de Flores del Golden Gate Park de San Francisco, el Jardín Botánico de la Universidad de California en Berkeley, el Arboretum de la Universidad de Santa Cruz, y Filoli, un jardín manejado por el Fondo Nacional para la Preservación Histórica.

La conferencia congregó cerca de 700 participantes y ofreció un programa basado en cinco áreas temáticas: planificación y diseño; horticultura y operaciones; educación; liderazgo y promoción; y sustentabilidad de las instituciones. Estos temas se desarrollaron en más de 25 ponencias y en diferentes talleres. Entre ellos cabe destacar estudios de caso sobre conservación *ex situ* en jardines botánicos, la integración entre el trabajo con colecciones e investigación, la sustentabilidad de las colecciones de plantas ornamentales, las prácticas de manejo integrado de plagas y el desarrollo de políticas para el manejo de plantas invasoras.

Respecto del cultivo de especies raras o amenazadas se presentaron experiencias en varios jardines botánicos de Norteamérica que mostraron los éxitos y desafíos de cultivar especies de las que se desconocen sus requerimientos; se mostró que una vez superada esa primera etapa muchas de ellas pueden ser cultivadas en los jardines para educación del público e incluso reforzar las poblaciones naturales con individuos obtenidos *ex situ*.

En relación con la integración de las colecciones de herbario y jardines botánicos para utilizarlas como bases de datos o material para investigaciones de sistemática molecular; se apreció que es una oportunidad para que los jardines y museos no se vean como una colección de objetos muertos, si no más bien como proveedores de información acumulada por mucho tiempo con el aporte de numerosos especialistas;

la condición, ineludible para estos nuevos usos, es que los herbarios y las colecciones de semillas o de plantas vivas estén debidamente organizadas y dispuestas con respaldo de bases de datos que deben ser de acceso público para comunicarse con el mundo de los especialistas-usuarios. Esto representa un cambio en el paradigma de las colecciones que antes eran "atesoradas" por sus curadores sin que existiera información accesible y expedita acerca de ellas; ahora se ve como una fortaleza de una institución de herbario o jardín botánico el hecho que la información acerca de sus colecciones esté *on line* y disponible, siendo el número de consultas y peticiones de uso del material el índice de calidad de su trabajo.

Se mostraron experiencias de manejo integrado de plagas con el consecuente abandono de la química por parte de jardines botánicos públicos y privados y conservatorios de plantas tropicales. Se mostró que un paso gradual es posible y que luego de un periodo de tiempo de alrededor de 5 años se pueden manejar enfermedades, pestes y malezas sin la utilización de químicos, e incluso suprimir el uso de fertilizantes artificiales. Un punto básico en la experiencia fue insistir en una correcta planificación de la plantación de las nuevas áreas para facilitar las labores del MIP.

Frente a la invasión de plantas alóctonas se planteó que los jardines botánicos tienen dos roles: el primero es cumplir con estándares estrictos para la inclusión de flora exótica en ellos, utilizando para el análisis de cada especie por introducir los protocolos existentes que miden el potencial invasor de las especies; el segundo, los jardines deben jugar un rol activo en la educación respecto de evitar el uso de plantas invasoras en el paisajismo o en la restauración ambiental. Una de las experiencias al respecto fue envolver con una malla fina varios individuos de *Ilex aquifolium* (acebo) en un jardín botánico de Nueva York, para evitar que los pájaros diseminen sus frutos carnosos y para llamar la atención del público visitante sobre el tema.

De especial interés para la delegación del Jardín Botánico Chagual fueron las ponencias sobre las posibilidades de demostrar la teoría de la evolución en los jardines botánicos como un aporte sustancial al conocimiento de uno de los pilares de la biología moderna. En este seminario participó el prestigioso botánico Dr. Peter H. Raven, Director del Jardín Botánico de San Luis (Missouri).

El tema de la educación resultó también de interés ya que uno de los jardines temáticos que se espera establecer en un futuro cercano es un jardín para los niños o un "Jardín del Descubrimiento". Las ponencias se refirieron a la vinculación de los niños con las plantas haciendo hincapié en el fortalecimiento del vínculo de los jardines botánicos con las escuelas, estableciéndose éstos como centros de recursos para los programas de educación relativos a ellas, así como a la promoción de la educación y la toma de conciencia sobre su conservación. Esta última presentación, que se refirió a programas exitosos enfocados a la educación para la conservación de las plantas, estuvo a cargo de un representante del BGCI (Botanic Gardens Conservation International), institución que junto a la "Iniciativa Darwin" han mostrado interés en el futuro establecimiento del Jardín del Descubrimiento en el JBCH.

Relevantes también resultaron las presentaciones sobre construcciones sustentables para los jardines botánicos. Las nuevas construcciones del Jardín Botánico de San Luis Obispo resultan un ejemplo interesante del uso de materiales naturales y diseños arquitectónicos sustentables que apuntan al ahorro de energía, garantizando a la vez un alto grado de confort y funcionalidad.

Finalmente, vale destacar las presentaciones sobre el financiamiento de programas de conservación así como de actividades generales de los jardines botánicos. La presentación del Stanley Smith Horticultural Trust, fondo que financia pequeños proyectos para el desarrollo de la horticultura en jardines botánicos, resultó muy oportuna ya que permitió, con la colaboración del Jardín Botánico del Rancho Santa Ana de California, que se elaborara un proyecto para iniciar aspectos hortícolas tendientes al establecimiento del jardín californiano dentro del JBCH.

El Jardín Botánico Chagual fue invitado por la APGA para participar en este evento. La delegación del JBCH estuvo integrada por Antonia Echenique, Directora Ejecutiva; Sebastián Teillier, Botánico/Taxónomo y Estela Cardeza, Coordinadora de Relaciones Internacionales.

Uno de los aspectos más importantes de la participación en este evento fueron los interesantísimos contactos que se realizaron, muchos de los cuales fueron luego seguidos por visitas a los respectivos jardines botánicos. Se visitaron: el Jardín Botánico de San Francisco y el de la Universidad de California en Berkeley; el *Arboretum* de la Universidad de Santa Cruz, y los Jardines Botánicos de San Luis Obispo, Santa Bárbara, Hungtinton Library en Pasadena y el Rancho Santa Ana. La mayoría de estos jardines se mostraron ampliamente dispuestos e interesados en colaborar con el JBCH, tanto en lo que se refiere al apoyo en general así como al envío e intercambio de semillas e información.

## Simposio

### 2ª REUNIÓN MUNDIAL DE LA INTERNATIONAL COMPOSITAE ALLIANCE (TICA), BARCELONA, 7- 9 DE JULIO 2006



**Alfonso Susanna de la Serna**

Director Instituto Botánico de Barcelona

Pg. del Migdia, s. n. 08038 Barcelona

asusanna@ibb.csic.es

La International Compositae Alliance (TICA) ha celebrado su tercera reunión mundial en Barcelona del 7 al 9 de julio de 2006. Asistieron 120 investigadores y un total de 226 autores de 36 países (Alemania, Argentina, Australia, Austria, Bolivia, Brasil, Canadá, Chile, Colombia, Cuba, Estados Unidos, Francia, Grecia, Holanda, India, Irán, Italia, Japón, Líbano, México, Mongolia, Nueva Zelanda, Nigeria, Polonia, República Checa, Rusia, Eslovaquia, Sudáfrica, España, Suecia, Suiza, Tailandia, Túnez, Ucrania, Reino Unido y Yemen) presentaron 135 contribuciones (ponencias invitadas, presentaciones orales y pósters) reflejando los más recientes avances en todos campos de la sistemática y la evolución. En conjunto, estas presentaciones ofrecen una síntesis moderna para las Compuestas. El congreso se celebró en las nuevas instalaciones del Instituto Botánico de Barcelona.

El principal incentivo para la reunión era el 30º aniversario del simposio presidido por Heywood, Harborne & Turner (1975) y su correspondiente volumen (1977). De la misma manera que en la reunión original, se ha planeado editar un nuevo volumen sobre la familia. Siete asistentes que habían participado en el congreso de 1975 (Heywood, Jeffrey, Lack, Nordenstam, Robinson, Skvarla, Stuessy) estaban presentes.

Las ponencias invitadas se dividieron en dos tipos. Los primeros diez trabajos eran charlas generales que cubrían muchos aspectos de las Compuestas. Entre otras presentaciones importantes, podemos mencionar la Historia de la Sistemática de las Compuestas (Vernon Heywood), El *Supertree* Actualizado (V.A. Funk y otros), Evolución Floral (C. Jeffrey), Flujo Genético e Hibridación (J. Whitton & L. Rieseberg), Microcaracteres (H. Robinson), Tipos de Polen (S. Blackmore y otros); Importancia Económica (B. Simpson), La Colonización de Islas Oceánicas (D. Crawford & T. Lowrey). El segundo grupo de ponencias invitadas fueron veinte charlas sistemáticas que ofrecieron revisiones de máxima actualidad de la sistemática de las tribus de las Compuestas. La lista de 63 autores de las charlas sistemáticas cubre prácticamente todas las personas que trabajan en la sistemática y filogenia de la familia (incluyendo una discusión sobre los parientes más cercanos de las Compuestas). Estos autores eran A. Anderberg,



Figura 1. *Aster alpinus* L.

B. Baldwin, R. Bayer, L. Brouillet, D. Crawford, M. Dillon, S. Freire, N. Garcia-Jacas, B. Gemeinholzer, L. Katinas, P. O. Karis, S. Keeley, D. Keil, W. Lack, J. Lundgren, B. Nordenstam, C. Oberprieler, S. Ortiz, P. Pelsner, H. Robinson, T. Stuessy, A. Susanna, y M. Unwin. Estaba claro que los avances eran muy importantes, pero fueron especialmente notables las nuevas filogenias de las tribus más conflictivas en el pasado, Astereae y Senecioneae. Además, para algunos caracteres cuya evolución era confusa en el volumen de 1977, como polen y morfología floral, quedaron aclarados al concordar la evolución propuesta con la nueva evidencia molecular.

Las tardes se dedicaron principalmente a las 36 presentaciones orales (87 autores) que cubrieron intereses muy variados en las Compuestas: desde procesos de hibridación en *Senecio* revisados por J. Kadereit o la búsqueda de genes de baja copia para estudios filogenéticos por I. Álvarez, hasta estudios etnobotánicos en las Compuestas a cargo de J. Vallès, pasando por una revisión de la importancia de las fitomelaninas por A. Pandey y T. Stuessy, y la discusiones sobre la sistemática de algunos grupos complejos, como la presentada sobre *Helichrysum* por M. Koekemoer.

Se presentaron también sesenta y siete pósters de 157 autores) cubriendo un amplio abanico de intereses dentro de las Compuestas. Un buen indicador de la relevancia de los pósters es su origen geográfico: Argentina, Australia, Brasil, Chile, Colombia, Cuba, Dinamarca, Estados Unidos, Francia, Alemania, Irán, Italia, Japón, Grecia, Nueva Zelanda, Rusia, República Eslovaca, Sudáfrica, Tailandia, Túnez y, como podíamos esperar, una representación excelente de colaboradores españoles, lo que demuestra la buena salud de los estudios en las Compuestas en el país organizador.

Parte del día final del simposio se dedicó a una reunión sobre el proyecto de una *check-list* mundial de las Compuestas, un proyecto dirigido por I. Breitwieser y J. Cooper. Ilse Breitwieser, J. Cooper, y A. Wilton presentaron una visión general del proyecto, la metodología y los progresos para integrar y editar las diversas *check-lists* regionales, e hicieron una demostración del portal Web. El debate se centró en las fuentes de datos, campos que debían incluirse, una estructura para revisión por los expertos en los grupos y la futura financiación. Los autores de cualquier nueva fuente de datos fueron invitados a escribir a Aaron Wilton (Wiltona@landcareresearch.co.nz). Christina Flann ejerce el papel de coordinadora posdoctoral del proyecto.

La parte final del programa se dedicó a una reunión de nuestra asociación *The International Compositae Alliance* (TICA). El objetivo principal de esta reunión breve de la alianza era hablar del futuro del grupo. El éxito de la reunión de Barcelona en asistencia de ponentes y relevancia de las contribuciones demuestra la buena salud de nuestra asociación. En cuanto a las futuras reuniones, se acordó celebrar una nueva cada cuatro años, y se decidió que la próxima reunión de la TICA se celebrará en 2010 en el Instituto y Jardín Botánicos de Montréal, Canadá, para cuya organización se ofreció gustosamente su representante en el simposio, Luc Brouillet.

Por último, se organizó un breve viaje con el propósito de que los participantes pudieran ver los límites en los Pirineos entre la vegetación mediterránea y la eurosiberiana: de las colinas semiáridas de los Prepirineos al pie de las montañas, hasta las praderas alpinas de los Pirineos Centrales (Foto 1). La excursión fue planificada por Neus Nualart, Samuel Pyke, Ángel Romo e Ignasi Soriano, que hicieron un folleto descriptivo excelente de los lugares que fueron visitados y las plantas más notables. Cuarenta y dos personas tomaron parte en la excursión (Foto 2).



Figura 2. Excursión a los Pirineos.

## Recomendados por Revista Chagual

### LIBROS



#### GUÍA DEL CAMPO DE LAS ORQUÍDEAS CHILENAS

Patricio Novoa, Jaime Espejo, Mauricio Cisternas, Mónica Rubio, Erwin Domínguez  
2006



#### CHILOÉ Botánica de la cotidianidad

Renato Cárdenas y Carolina Villagrán  
2006



#### BIODIVERSIDAD DE CHILE Patrimonio y desafíos

Comisión Nacional del Medio Ambiente  
2006



#### ARCHIPIÉLAGO DE JUAN FERNÁNDEZ Guía de exploración naturalista

Sergio Elórtégui (editor)  
2006



#### HISTORIA, BIODIVERSIDAD Y ECOLOGÍA de los bosque costeros de Chile

Cecilia Smith, Juan Armesto, Claudio Valdovinos  
2005



#### SINOPSIS BIOCLIMÁTICA Y VEGETACIONAL DE CHILE

Federico Luebert y Patricio Plissock  
2006



#### LLEUQUE // GUIUDO SANTO Especie con problemas de conservación en Chile

Roberto Rodríguez  
2004



#### BOSQUES Y COMUNIDADES DEL SUR DE CHILE

Heinrich Burschel, David Tecklin, Angelika Kandzior, Petra Wilken, Rodrigo Catalán  
2006



#### FLORA NATIVA DE VALOR ORNAMENTAL, Zona Norte Identificación y propagación

Paulina Riedemann, Gustavo Aldunate, Sebastián Teillier  
2006



Producto del interés de los jardines botánicos australianos en establecer un jardín representativo de la flora de su zona de clima mediterráneo, en el J.B. Chagual y un financiamiento de Billiton Australia, en el mes de marzo se recibió la visita de Philip Moors, director del R.B.G. Melbourne. Posteriormente Rodger y Gwen Elliot, horticultores especializados en el cultivo de plantas australianas, viajaron para verificar las condiciones del terreno y determinar las especies posibles de establecer. Fotos 1 y 2. Teresa Rey, directora del Parque Metropolitano y Philip Moors, listos para iniciar un recorrido por el sitio del J. B. Chagual. Foto 3. Visitando Palmas de Ocoa. Foto 4. En el Parque Metropolitano, reconociendo el entorno y el paisaje en el que se enmarca el J. B. Chagual. De izquierda a derecha: Antonia Echenique, Rodger y Gwen Elliot, M. Victoria y Estela Cardeza. Foto 5. Rodger Elliot y Cristina Gregorzyk, viendo algunas plantas australianas recientemente introducidas para su cultivo en Chile, por el Jardín Flores del Fynbos. Foto 6. En la quebrada del Tigre, Rodger y Gwen observan un *Senecio sinautilobus*.



Un acuerdo de colaboración y asistencia técnica para promover y difundir iniciativas que incentiven el fomento de la investigación de especies nativas y endémicas de Chile, en aspectos relacionados con el mejoramiento de plantas y la conservación ex situ, se firmó entre la Facultad de Ciencias Forestales y la Corporación Jardín Botánico Chagual. Foto 7. En la ceremonia de firma del convenio entre la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Chile y el Jardín Botánico Chagual. De izquierda a derecha: Manuel Rodríguez, Director de Asuntos Económicos; Tomás Karsúlovic, Director Académico; Adelina Manríquez, Directora de Extensión Javier González, decano de la Facultad; Antonia Echenique, Directora Ejecutiva del Jardín Botánico Chagual; Carmen Luz De La Maza, Vicedecana de la Facultad; María Victoria Legassa, Coordinadora de Colecciones del jardín y el profesor del departamento de Silvicultura Ángel Cabello. Foto 8. En el laboratorio del jardín botánico, Daniela Suazo y Ángel Cabello observan los resultados de un ensayo de germinación.



En el lanzamiento del tercer tomo –Chile, zona norte– de la colección Flora Nativa de valor ornamental. Foto 9. Los autores, Paulina Riedemann, Gustavo Aldunate y Sebastián Teillier, junto a M. Victoria Legassa, Antonia Echenique, Francisca Prieto y Mónica Musalem, quienes constituyen el Comité Editor:



En contribución al establecimiento de un jardín representativo de la vegetación de las comunidades del Fynbos y el Karoo de Sudáfrica, Victor Zazeraj, Embajador de ese país en Chile, invitó a Ernest van Jaarsveld, curador del invernadero del J. B. de Kirstenbosh, para trabajar en la planificación de ese jardín. Foto 10. Con Ernest van Jaarsveldt en el vivero del jardín botánico.



Para asistir al Conferencia Anual de la "American Association of Public Gardens" (APGA) que se llevó a cabo en la ciudad de San Francisco y para visitar algunos de los jardines botánicos de la zona de California, USA., Antonia Echenique, Estela Cardeza y Sebastián Teillier, viajaron a USA, representando al J. B. Chagual. Foto 11. En Berkeley California, personal del J. B. de la Universidad de Berkeley, California y el equipo del J. B. Chagual. Foto 12. Con Paul Licht, director de ese jardín botánico y el encargado del herbario. Foto 13. Antonia Echenique en la sección sobre Chile del Strybing Arboretum. Foto 14. Gary Lyon, curador de la colección de cactus y suculentas, y Estela Cardeza en el J. B. Huntington Library, Pasadena.

Trabajos en el sitio del jardín botánico. Foto 15. Con Francisco Casado, viendo plantas obtenidas de semillas que ha recolectado para el jardín. Foto 16. Las banderas señalan los límites de los espacios en los que se establecerán los jardines homoclimáticos de Australia y Sudáfrica. El trabajo topográfico fue aportado por la empresa Zacyr. Foto 17. En el vivero, alumnas en práctica de la Escuela de Ecología y Paisaje de la U. Central, repicando plantas a bolsas.





